CHEMIA


Z odpowiedziami
do wszystkich
zadań!
500 mL
300
200
400
OPERON
SERIA SZKOŁA
XXI

Stanisława Hejwowska
Gabriela Pajor
Justyna Staluszka
Alina Zielińska

CHEMIA ORGANICZNA

CHEMIA 2

ZAKRESY PODSTAWOWY I ROZSZERZONY

Zbiór zadań

dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum

OPERON

Gdynia 2007

Projekt okładki: *Krzysztof Godlewski*
redaktor prowadzący: *Sebastian Przybyszewski*
redakcja graficzna: *Katarzyna Micun*r
korekta techniczna: *Anna Wierzchowska*

dziękujemy za cenne uwagi merytoryczne i dydaktyczne pani Dagmarze Gosiewskiej.

Copyright by Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON Sp. z o.o. & Stanisława Hejwowska, Gabriela jor, Justyna Staluszka, Alina Zielińska
Gdynia2005
Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie w całości lub we fragmentach bez zgody wydawcy zabronione.

Wydawca:
Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON Sp. z o.o.
•212 Gdynia, ul. Hutnicza 3
Tel. centrali 058 679 00 00
mail: info@operon.pl
www.operon.pl

IBN 978-83-7461-476-4

Spis treści

Wstęp **4**

1. Właściwości związków **5**

2. Węglowodory **5**
Alkany i cykloalkany 18
Alkeny i cykloalkeny 24
Alkiny 30
Węglowodory aromatyczne 34
Ropa naftowa i gaz ziemny 38
Zadania testowe 39

3. Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów **44**
Alkohole jednowodorotlenowe i wielowodorotlenowe 50
Fenole 54
Zadania testowe 57
Aldehydy i ketony 61
Zadania testowe 65
Kwasy karboksylowe 70
Zadania testowe 73
Estry i tłuszcze 77
Zadania testowe 81
Aminy i amidy 84
Zadania testowe 87

4. Izomeria optyczna **88**

5. Związki wielofunkcyjne **94**
Węglowodany 100
Zadania testowe 103
Aminokwasy, peptydy i białka 107
Zadania testowe 109

6. Zadania testowe podsumowujące **112**

Odpowiedzi i wskazówki **117**

Tablice **188**

Wstęp

Niniejszy zbiór jest drugim z trzech tomów zawierających zadania z chemii dla zakresu podstawowego i rozszerzonego liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Zbiór stanowi uzupełnienie opublikowanych przez Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON podręczników *Chemia 2. Chemia organiczna* dla zakresu podstawowego i dla zakresu rozszerzonego autorstwa Stanisławy Hejwowskiej, Ryszarda Marcinkowskiego i Justyny Staluszki. Uniwersalny charakter zbioru pozwala jednak korzystać z niego niezależnie od programu nauczania wybranego przez nauczyciela.

Książka jest częścią pakietu edukacyjnego, w którego skład wchodzą ponadto: program nauczania, podręcznik, zeszyt ćwiczeń, przewodnik metodyczny dla nauczyciela, testy sprawdzające, scenariusze lekcji, stereogramy, foliogramy oraz filmy edukacyjne. Wszystkie elementy tego zestawu są ze sobą zintegrowane i pozwalają na pełne wykorzystanie nowoczesnych metod dydaktycznych w nauczaniu chemii w liceum ogólnokształcącym, liceum profilowanym i technikum. Pakiet został uzupełniony o publikacje przygotowujące do nowej matury.

Zawarte w zbiorze zadania obejmują wszystkie realizowane w szkole ponadgimnazjalnej zagadnienia z chemii organicznej. Materiał nauczania został podzielony na działy, których kolejność odpowiada układowi podręcznika. Każdy z działów zaczyna się wstępem teoretycznym, w którym znajdują się: przegląd najważniejszych reakcji, sposoby rozwiązywania nowych typów zadań oraz ogólne, skondensowane informacje, przydatne podczas samodzielnej pracy ucznia. Na końcu każdego rozdziału proponuje się uczniom rozwiązanie testu, pozwalającego na sprawdzenie stopnia opanowania materiału.

Zadania w zbiorze mają różny stopień trudności. Zadania oznaczone * są średnio trudne bądź zawierają materiał z zakresu rozszerzonego. Może je jednak rozwiązać uczeń kształcący się w zakresie podstawowym - po uzupełnieniu niektórych wiadomości. Do wszystkich zadań zostały zamieszczone odpowiedzi, dzięki czemu uczniowie mogą korzystać ze zbioru samodzielnie. Na końcu książki znajdują się tablice, pomocne w usystematyzowaniu wiedzy, a także zawierające dane potrzebne do rozwiązania niektórych zadań.

Będziemy wdzięczni za nadsyłanie uwag na temat zbioru, jak również propozycji zadań, które moglibyśmy zamieścić w kolejnych wydaniach.

Autorzy

1. Właściwości związków

1.1. Określ, które z podanych związków są dobrze rozpuszczalne w wodzie: amoniak, chlorowodór, tlenek węgla(IV), siarkowodór. Odpowiedź uzasadnij.

1.2. Określ, które z podanych związków są dobrze rozpuszczalne w wodzie: CH_4, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4. Odpowiedź uzasadnij.

1.3. Określ, które z podanych związków są dobrze rozpuszczalne w wodzie: CH_3OH, CH_3NH_2, CH_3Cl. Odpowiedź uzasadnij.

1.4. Uszereguj wymienione związki zgodnie z rosnącą lotnością: CH_4, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4. Odpowiedź uzasadnij.

1.5. Uszereguj wymienione związki zgodnie z rosnącą lotnością: CH_3F, CH_3Cl, CH_3Br. Odpowiedź uzasadnij.

1.6. Uszereguj poniższe związki zgodnie z rosnącą lotnością: CH_4, CH_3OH, $CH_3—CH_3$. Odpowiedź uzasadnij.

1.7. Uszereguj podane związki zgodnie z rosnącą temperaturą wrzenia: CH_4, CH_3OH, $CH_3—CH_3$. Odpowiedź uzasadnij.

1.8. Określ, w których z wymienionych związków w stanie ciekłym występują wiązania wodorowe: amoniak, woda, CH_3OH, siarkowodór, fluorowodór, CH_4. Odpowiedź uzasadnij.

1.9. Na jakie własności fizyczne związku wpływa możliwość tworzenia przez jego cząsteczki wiązań wodorowych? Odpowiedz, analizując odpowiednie właściwości fizyczne amoniaku i metanu.

1.10. Wyjaśnij, dlaczego reakcja spalania metanu w powietrzu przebiega tak gwałtownie, że prowadzi do wybuchu, natomiast związki stosowane do wyrobu świec, zawierające kilkanaście atomów węgla w cząsteczce, spalają się w sposób kontrolowany.

2. Węglowodory

Wydajność reakcji

Wydajność reakcji jest to stosunek ilości produktu otrzymanej w danym procesie do oczekiwanej, maksymalnie możliwej do uzyskania ilości tego produktu:

$$\text{wydajność } (w) = \frac{\text{otrzymana ilość produktu}}{\text{oczekiwana ilość produktu}}$$

Ilości produktu – zarówno oczekiwana, jak i uzyskana – mogą być podawane w jednostkach masy, objętości lub w molach. Należy jednak zachować taką samą jednostkę w liczniku i w mianowniku powyższego wyrażenia.
Wydajność reakcji najczęściej wyraża się w procentach:

$$w = \frac{m_{\text{uzyskana}}}{m_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\% \quad \text{lub} \quad w = \frac{V_{\text{uzyskana}}}{V_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\% \quad \text{lub} \quad w = \frac{n_{\text{uzyskana}}}{n_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\%$$

gdzie w to wydajność reakcji, m – masa, V – objętość, n – liczba moli.

Wydajność określonej reakcji można także obliczyć, nie korzystając ze wzoru, lecz układając proporcję:

ilość oczekiwana — 100% wydajności
ilość uzyskana — x

$$\frac{\text{ilość oczekiwana}}{\text{ilość uzyskana}} = \frac{100\%}{x}$$

$$x = \frac{\text{ilość uzyskana} \cdot 100\%}{\text{ilość oczekiwana}}$$

Wiele procesów zachodzi ze 100% wydajnością. Przyczyną niższych wydajności niektórych reakcji jest zachodzenie w mieszaninie reakcyjnej wielu równoległych procesów.

Przykład

Oblicz wydajność reakcji otrzymywania chlorometanu, jeśli wiesz, że do reakcji użyto 28 dm^3 metanu, a otrzymano 25 dm^3 chlorometanu. Obie objętości zostały zmierzone w warunkach normalnych.

Rozwiązanie

1 krok. Napisanie równania reakcji.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

2 krok. Obliczenie oczekiwanej objętości chlorometanu, czyli takiej, która powstałaby bez strat.

$$\underset{22{,}4\ dm^3}{CH_4} + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{22{,}4\ dm^3}{CH_3Cl} + HCl \qquad \begin{matrix} 28\ dm^3 \\ \\ x \end{matrix}$$

$x = 28\ dm^3$

3 krok. Obliczenie wydajności reakcji.

Sposób I zastosowanie wzoru	Sposób II zastosowanie proporcji
$w = \frac{V_{\text{uzyskana}}}{V_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\%$	$28\ dm^3\ CH_3Cl$ — 100% wydajności $25\ dm^3\ CH_3Cl$ — x
$w = \frac{25\ dm^3}{28\ dm^3} \cdot 100\%$	$x = \frac{25\ dm^3}{28\ dm^3} \cdot 100\%$
$w = 89{,}3\%$	$x = 89{,}3\%$

Odpowiedź: Wydajność reakcji otrzymywania chlorometanu wynosi 89,3%.

Przykład

Reakcja chlorowania metanu przebiega z wydajnością 85%. Oblicz masę otrzymanego chlorometanu, jeśli do reakcji chlorowania użyto 40 g metanu.

Rozwiązanie

1 krok. Napisanie równania reakcji.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

2 krok. Obliczenie oczekiwanej masy chlorometanu.

$$\begin{array}{ccccc} 40\ g & & & & x \\ CH_4 & + & Cl_2 & \xrightarrow{h\nu} & CH_3Cl + HCl \\ 16\ g & & & & 50{,}5\ g \end{array}$$

$x = 126{,}25$ g

3 krok. Obliczenie masy chlorometanu otrzymanej w reakcji.

Sposób I zastosowanie wzoru	Sposób II zastosowanie proporcji
$w = \frac{m_{\text{uzyskana}}}{m_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\%$ $85\% = \frac{m_{\text{uzyskana}}}{126{,}25\ \text{g}} \cdot 100\%$ $m_{\text{uzyskana}} = \frac{85\% \cdot 126{,}25\ \text{g}}{100\%}$ $m_{\text{uzyskana}} = 107{,}31$ g	126,25 g CH_3Cl — 100% wydajności x — 85% wydajności $x = \frac{125{,}26\ \text{g} \cdot 85\%}{100\%}$ $x = 107{,}31$ g

Odpowiedź: Masa otrzymanego chlorometanu jest równa 107,31 g.

Przykład

Oblicz, ile moli metanu należy poddać chlorowaniu, aby otrzymać 50 moli chlorometanu. Wydajność reakcji chlorowania jest równa 80%.

Rozwiązanie

1 krok. Napisanie równania reakcji.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

2 krok. Obliczenie liczby moli produktu, jaka powstałaby, gdyby wydajność reakcji wynosiła 100%.

Sposób I zastosowanie wzoru	Sposób II zastosowanie proporcji
$w = \frac{n_{\text{uzyskana}}}{n_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\%$ $80\% = \frac{50 \text{ moli}}{n_{\text{oczekiwana}}} \cdot 100\%$ $n_{\text{oczekiwana}} = \frac{50 \text{ moli} \cdot 100\%}{80\%}$ $n_{\text{oczekiwana}} = 62{,}5 \text{ mola}$	x — 100% wydajności 50 moli CH_3Cl — 80% wydajności $x = \frac{50 \text{ moli} \cdot 100\%}{80\%}$ $x = 62{,}5 \text{ mola}$

3 krok. Obliczenie liczby moli metanu, potrzebnej do przeprowadzenia reakcji.
Należy obliczyć liczbę moli metanu potrzebną do otrzymania takiej ilości produktu, jaka powstaje w reakcji przebiegającej z wydajnością 100%.

$$\underset{1 \text{ mol}}{\overset{x}{CH_4}} + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{1 \text{ mol}}{\overset{62{,}5 \text{ mola}}{CH_3Cl}} + HCl$$

$x = 62{,}5 \text{ mola}$

Odpowiedź: Do reakcji należy użyć 62,5 mola metanu.

Ustalanie wzoru związku

Wzór związku, z jakim mamy najczęściej do czynienia, to tak zwany wzór rzeczywisty, czyli sumaryczny. Określa on, ile atomów poszczególnych pierwiastków znajduje się w cząsteczce związku chemicznego. Wzorem prostszym od sumarycznego jest tak zwany wzór empiryczny, nazywany też najprostszym, podający jedynie stosunki między liczbami atomów poszczególnych pierwiastków w cząsteczce. Na przykład dla cząsteczki etanu o wzorze sumarycznym C_2H_6 wzór empiryczny ma postać CH_3. Oznacza to, że w cząsteczce etanu na 1 atom węgla przypadają 3 atomy wodoru. Jak widać, wzór sumaryczny jest wielokrotnością wzoru empirycznego $C_2H_6 = (CH_3)_2$. Dla ustalenia wzoru sumarycznego związku o znanym wzorze empirycznym niezbędna jest znajomość masy molowej tego związku, ponieważ tylko wtedy udaje się określić, jaką wielokrotnością wzoru empirycznego jest wzór sumaryczny. Czasami zdarza się, że wzór empiryczny jest jednocześnie wzorem rzeczywistym, na przykład w przypadku cząsteczki H_2SO_4.

Przykład

Ustal wzór rzeczywisty związku zawierającego wagowo 44,83% potasu, 18,4% siarki i 36,77% tlenu, jeśli wiesz, że wzór najprostszy tego związku jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

Rozwiązanie
1 krok. Wyznaczenie stosunku masowego pierwiastków w związku.
Stosunek mas pierwiastków w związku jest taki sam jak stosunek zawartości procentowych tych pierwiastków:

$m_K:m_S:m_O = 44{,}83\ g:18{,}4\ g:36{,}77\ g$

2 krok. Wyznaczenie stosunku molowego pierwiastków w związku.
Aby przejść od stosunku mas do stosunku liczb moli poszczególnych pierwiastków w związku, masę każdego pierwiastka należy podzielić przez jego masę molową.

$$n_K:n_S:n_O = \frac{44{,}83\ g}{39\ g/mol}:\frac{18{,}4\ g}{32\ g/mol}:\frac{36{,}77\ g}{16\ g/mol}$$

$n_K:n_S:n_O = 1{,}15\ mola:0{,}575\ mola:2{,}3\ mola$

3 krok. Ustalenie najprostszego stosunku liczb atomów w cząsteczce.
W celu otrzymania najprostszego stosunku liczb atomów w cząsteczce wystarcza często podzielenie otrzymanych liczb moli poszczególnych pierwiastków przez najmniejszą z tych wartości.

$$K:S:O = \frac{1{,}15\ mola}{0{,}575\ mola}:\frac{0{,}575\ mola}{0{,}575\ mola}:\frac{2{,}3\ mola}{0{,}575\ mola}$$

K:S:O = 2:1:4
Wzór najprostszy, a zarazem wzór rzeczywisty związku ma zatem postać K_2SO_4.

Odpowiedź: Wzór rzeczywisty związku ma postać K_2SO_4.

Przykład

Wyznacz wzór empiryczny związku zawierającego wagowo 85,7% węgla i 14,3% wodoru. Uzasadnij, czy może on być jednocześnie wzorem rzeczywistym tego węglowodoru.

Rozwiązanie
1 krok. Wyznaczenie stosunku masowego pierwiastków w związku.

$m_C:m_H = 85{,}7\ g:14{,}3\ g$

2 krok. Wyznaczenie stosunku molowego pierwiastków w związku.

$$n_C:n_H = \frac{85{,}7\ g}{12\ g/mol}:\frac{14{,}3\ g}{1\ g/mol}$$

$n_C:n_H = 7{,}14\ mola:14{,}3\ mola$

3 krok. Ustalenie najprostszego stosunku liczb atomów w cząsteczce.

$$C:H = \frac{7{,}14\ mola}{7{,}14\ mola}:\frac{14{,}3\ g}{7{,}14\ mola}$$

C:H = 1:2
Najprostszy wzór węglowodoru ma postać CH_2.

Ponieważ nie istnieje węglowodór o takim wzorze sumarycznym, zatem wzór rzeczywisty węglowodoru ma postać $(CH_2)_n$, gdzie $n \geq 2$. Ponieważ w zadaniu nie podano masy molowej związku, nie można określić wartości n, a co za tym idzie – nie można podać konkretnego wzoru sumarycznego węglowodoru.

Odpowiedź: Wzór empiryczny węglowodoru ma postać CH_2. Wzór sumaryczny tego węglowodoru ma postać $(CH_2)_n$, gdzie $n \geq 2$.

Przykład

Wyznacz wzór sumaryczny związku zawierającego wagowo 48,65% węgla, 8,11% wodoru oraz tlen. Wzór empiryczny tego związku jest jednocześnie jego wzorem sumarycznym.

Rozwiązanie

1 krok. Wyznaczenie procentowej wagowej zawartości tlenu w związku.

Ponieważ suma zawartości procentowych wszystkich pierwiastków w związku jest równa 100%, zatem:

$$\%O = 100\% - \%C - \%H$$
$$\%O = 100\% - 48{,}65\% - 8{,}11\%$$
$$\%O = 43{,}24\%$$

2 krok. Wyznaczenie stosunku masowego pierwiastków w związku.

$$m_C : m_H : m_O = 48{,}65\ g : 8{,}11\ g : 43{,}24\ g$$

3 krok. Wyznaczenie stosunku molowego pierwiastków w związku.

$$n_C : n_H : n_O = \frac{48{,}65\ g}{12\ g/mol} : \frac{8{,}11\ g}{1\ g/mol} : \frac{43{,}24\ g}{16\ g/mol}$$

$$n_C : n_H : n_O = 4{,}05\ mola : 8{,}11\ mola : 2{,}7\ mola$$

4 krok. Ustalenie najprostszego stosunku liczb atomów w cząsteczce.

$$C:H:O = \frac{4{,}05\ mola}{2{,}7\ mola} : \frac{8{,}11\ mola}{2{,}7\ mola} : \frac{2{,}7\ mola}{2{,}7\ mola}$$

$$C:H:O = 1{,}5:3:1$$

Aby otrzymać stosunek liczb całkowitych, należy otrzymane wartości pomnożyć przez 2.

$$C:H:O = 3:6:2$$

Wzór empiryczny, będący zarazem wzorem sumarycznym związku ma zatem postać $C_3H_6O_2$.

Odpowiedź: Wzór sumaryczny związku ma postać $C_3H_6O_2$.

Przykład

Wyznacz wzór rzeczywisty związku zawierającego wagowo 22,4% węgla, 2,8% wodoru i brom, jeśli wiesz, że jego masa molowa wynosi 214 g/mol.

Rozwiązanie

Sposób I

Wzór empiryczny związku można wyznaczyć podobnie jak w poprzednich przykładach. Ma on postać C_2H_3Br. Wzór rzeczywisty jest całkowitą wielokrotnością tego wzoru:

$$(C_2H_3Br)_n$$

Aby obliczyć wartość n, należy wykorzystać masę molową związku:

$M = n \cdot (2 \cdot M_C + 3 \cdot M_H + M_{Br})$

$214\ g/mol = n \cdot (24\ g/mol + 3\ g/mol + 80\ g/mol)$

$214\ g/mol = n \cdot 107\ g/mol$

$n = 2$

Wzór rzeczywisty związku ma zatem postać $C_4H_6Br_2$.

Sposób II

Ponieważ znana jest masa molowa związku, powyższe zadanie można także rozwiązać w następujący sposób:

1 krok. Wyznaczenie procentowej wagowej zawartości bromu w związku.

$\%Br = 100\% - \%C - \%H$

$\%Br = 100\% - 22{,}4\% - 2{,}8\%$

$\%Br = 74{,}8\%$

2 krok. Obliczenie mas przypadających na poszczególne pierwiastki w 1 molu związku. Korzystamy z proporcji:

100% masy związku — 214 g

22,4% masy związku — m_C

$m_C = 47{,}9\ g \approx 48\ g$

100% masy związku — 214 g

2,8% masy związku — m_H

$m_H = 5{,}99\ g \approx 6\ g$

100% masy związku — 214 g

74,8% masy związku — m_{Br}

$m_{Br} = 160\ g$

2 krok. Obliczenie liczb moli poszczególnych pierwiastków w 1 molu związku

Korzystamy ze wzoru:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n_C = \frac{48\ g}{12\ g/mol}$$

$n_C = 4$ mole

$$n_H = \frac{6\ g}{1\ g/mol}$$

$n_H = 6$ moli

$$n_{Br} = \frac{160\ g}{80\ g/mol}$$

$$n_{Br} = 2\ mole$$

3 krok. Ustalenie wzoru sumarycznego.
Ponieważ liczba moli atomów danego pierwiastka w 1 molu związku odpowiada liczbie atomów tego pierwiastka w cząsteczce związku, zatem wzór rzeczywisty związku ma postać $C_4H_6Br_2$.

Odpowiedź: Wzór rzeczywisty związku ma postać $C_4H_6Br_2$.

Wzór związku można wyznaczyć nie tylko na podstawie jego składu procentowego, ale także wykorzystując masy produktów powstałych w wyniku spalania związku. Jest to metoda szczególnie przydatna w przypadku wyznaczania wzoru związku organicznego. Opiera się ona na założeniu, że cały węgiel spalanego związku tworzy CO_2, natomiast cały wodór wytwarza powstającą podczas spalania parę wodną. Jeśli znamy ilości wytworzonego CO_2 i wody, to możemy obliczyć stosunek masy węgla do masy wodoru w spalonym związku, a dalej postępować, jak w zadaniach poprzednich.

Przykład

Spalono pewną ilość węglowodoru, uzyskując 17,6 g CO_2 i 9 g H_2O. Wyznacz wzór empiryczny spalonego związku.

Rozwiązanie
1 krok. Napisanie równania reakcji.

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})\ O_2 \longrightarrow x\ CO_2 + \frac{y}{2}\ H_2O$$

gdzie x, y to liczby atomów.

2 krok. Obliczenie masy węgla zawartego w wytworzonym CO_2.
Korzystamy z proporcji:

44 g CO_2 — 12 g C
17,6 g CO_2 — x
$x = 4{,}8$ g

3 krok. Obliczenie masy wodoru zawartego w H_2O.
Korzystamy z proporcji:

18 g H_2O — 2 g H
9 g H_2O — x
$x = 1$ g

4 krok. Ustalenie empirycznego wzoru związku, analogicznie jak w zadaniach poprzednich.

$$m_C:m_H = 4{,}8\ g:1\ g$$

$$n_C:n_H = \frac{4{,}8\ g}{12\ g/mol}:\frac{1\ g}{1\ g/mol}$$

n_C:n_H = 0,4 mola:1 mol
C:H = 1:2,5
C:H = 2:5
Zatem wzór empiryczny węglowodoru ma postać C_2H_5.

Odpowiedź: Wzór empiryczny spalonego węglowodoru ma postać C_2H_5.

Nieco trudniejsze jest ustalenie wzoru spalanego związku, jeśli nie wiemy, czy prócz węgla i wodoru związek ten zawiera również tlen.

Przykład

Spalono 9,2 g związku organicznego, otrzymując 17,6 g CO_2 oraz 10,8 g wody. Ustal wzór sumaryczny spalanego związku, jeśli wiesz, że jego masa molowa jest równa 46 g/mol.

Rozwiązanie
Ponieważ w produktach spalania związku występuje tylko węgiel, wodór i tlen, zatem związek mógł składać się tylko z takich pierwiastków, czyli wzór ogólny związku ma postać $C_xH_yO_z$.

1 krok. Napisanie równania reakcji.

$$C_xH_yO_z + (x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})\, O_2 \longrightarrow x\, CO_2 + \frac{y}{2}\, H_2O$$

2 krok. Obliczenie masy węgla zawartego w wytworzonym CO_2.
Korzystamy z proporcji:

44 g CO_2 — 12 g C
17,6 g CO_2 — x
x = 4,8 g

3 krok. Obliczenie masy wodoru zawartego w H_2O.
Korzystamy z proporcji:

18 g H_2O — 2 g H
10,8 g H_2O — x
x = 1,2 g

4 krok. Określenie, czy spalany związek zawierał tlen.
Aby sprawdzić, czy spalany związek zawierał w cząsteczce atomy tlenu, należy sprawdzić, czy masa spalonej próbki jest równa sumie mas wodoru i węgla zawartych w CO_2 i H_2O powstałych podczas spalania.
W tym przypadku: $m_C + m_H$ = 4,8 g + 1,2 g = 6 g, czyli suma jest mniejsza niż masa spalonego związku. Związek ten zawierał zatem tlen.

5 krok. Ustalenie masy tlenu zawartego w spalonej próbce związku.

$m_O = m_{związku} - m_C - m_H$
m_O = 9,2 g – 4,8 g – 1,2 g
m_O = 3,2 g

6 krok. Ustalenie empirycznego wzoru związku, analogicznie jak w zadaniach poprzednich.

$m_C:m_H:m_O = 4{,}8\text{ g}:1{,}2\text{ g}:3{,}2\text{ g}$

$$n_C:n_H:n_O = \frac{4{,}8\text{ g}}{12\text{ g/mol}}:\frac{1{,}2\text{ g}}{1\text{ g/mol}}:\frac{3{,}2\text{ g}}{16\text{ g/mol}}$$

$n_C:n_H:n_O = 0{,}4$ mola:1,2 mola:0,2 mola
C:H:O = 2:6:1
Wzór empiryczny związku ma zatem postać C_2H_6O.

7 krok. Ustalenie wzoru sumarycznego spalonego związku.
Wzór sumaryczny jest wielokrotnością wzoru empirycznego, ma więc postać $(C_2H_6O)_n$.
Do wyznaczenia wartości n wykorzystujemy masę molową spalonego związku.
$M = n \cdot (2 \cdot M_C + 6 \cdot M_H + M_O)$
$46\text{ g/mol} = n \cdot (24\text{ g/mol} + 6\text{ g/mol} + 16\text{ g/mol})$
$46\text{ g/mol} = n \cdot 46\text{ g/mol}$
$n = 1$
A zatem wzór sumaryczny spalonego związku ma postać identyczną ze wzorem empirycznym C_2H_6O.

Odpowiedź: Wzór sumaryczny spalonego związku ma postać C_2H_6O.

Czasami najprostszą drogą rozwiązania zadania jest analiza ogólnego równania reakcji, zwłaszcza gdy wiemy, jakiego typu związek uległ spaleniu.

Przykład

Spalono 3 mole alkanu, zużywając w tym celu 537,6 dm^3 tlenu (odmierzonego w warunkach normalnych). Ustal wzór sumaryczny spalonego związku.

Rozwiązanie

1 krok. Zapisanie równania reakcji spalania.

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\,O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$$

2 krok. Obliczenie liczby moli zużytego tlenu.
Korzystamy z proporcji:

1 mol O_2 — 22,4 dm^3
x — 537,6 dm^3
$x = 24$ mole

3 krok. Obliczenie liczby moli tlenu przypadającej na 1 mol spalonego związku.

3 mole alkanu — 24 mole tlenu
1 mol alkanu — x
$x = 8$ moli tlenu

4 krok. Interpretacja równania reakcji.

Z równania wiemy, że 1 mol alkanu reaguje z $n = \frac{3n + 1}{2}$ molami tlenu, z zadania wiemy natomiast, że 1 mol alkanu reaguje z 8 molami tlenu. Stąd:

$$\frac{3n + 1}{2} = 8$$

$$3n + 1 = 16$$

$$n = 5$$

Wzór alkanu C_nH_{2n+2} ma zatem postać C_5H_{12}.

Odpowiedź: Wzór sumaryczny spalonego związku ma postać C_5H_{12}.

Reakcje węglowodorów

I. Alkany

1. Reakcje spalania

a) spalanie pełne, na przykład:

$$2\,C_2H_6 + 7\,O_2 \longrightarrow 4\,CO_2 + 6\,H_2O$$

b) spalanie niecałkowite, na przykład:

$$2\,C_3H_8 + 7\,O_2 \longrightarrow 6\,CO + 8\,H_2O$$
$$2\,C_4H_{10} + 5\,O_2 \longrightarrow 8\,C + 10\,H_2O$$

2. Reakcje chlorowcowania

$$R{-}H + X_2 \xrightarrow{\text{światło}} R{-}X + HX$$

gdzie R to podstawnik alkilowy, X_2 to Cl_2 lub Br_2, na przykład:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3Cl + HCl$$

II. Alkeny

1. Otrzymywanie

a) eliminacja wody z alkoholu:

$$R{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} R{-}CH{=}CH_2 + H_2O$$

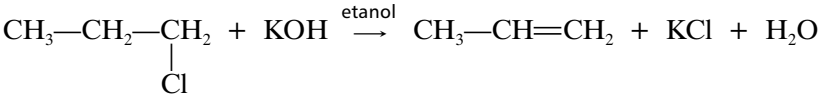
gdzie R to podstawnik alkilowy, na przykład:

$$CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_3{-}CH{=}CH_2 + H_2O$$

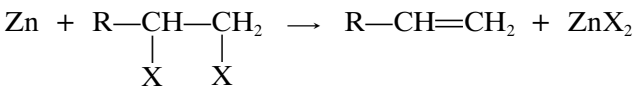
b) eliminacja chlorowcowodorów:

$$R{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH_2}} + KOH \xrightarrow{\text{etanol}} R{-}CH{=}CH_2 + KX + H_2O$$

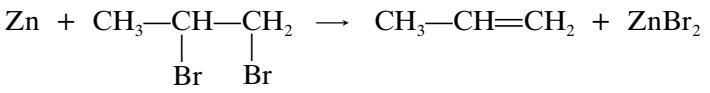
gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:



c) eliminacja chlorowców:

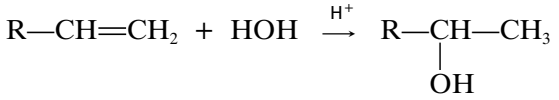


gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:

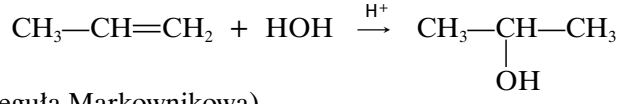


2. Reakcje

a) addycja wody:

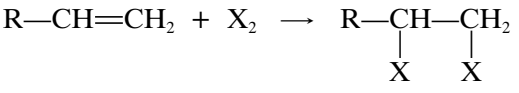


gdzie R to podstawnik alkilowy, na przykład:

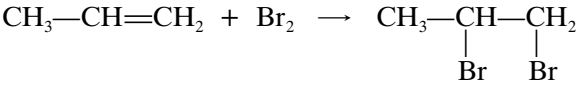


(zgodnie z regułą Markownikowa).

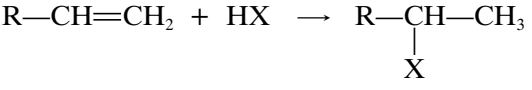
b) addycja chlorowców:



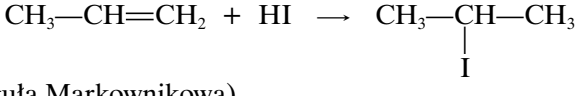
gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:



c) addycja chlorowcowodorów:

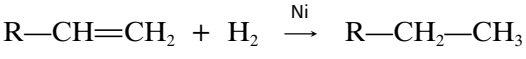


gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:

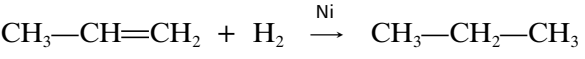


(zgodnie z regułą Markownikowa).

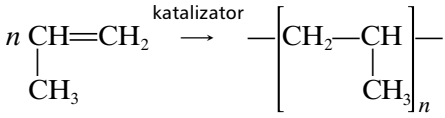
d) addycja wodoru:



gdzie R to podstawnik alkilowy, na przykład:



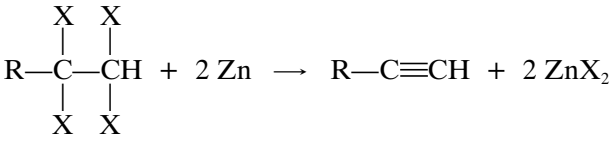
e) polimeryzacja, na przykład otrzymywanie polipropylenu:



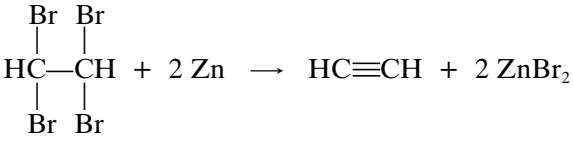
III. Alkiny

1. Otrzymywanie

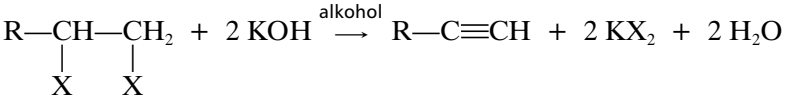
a) eliminacja chlorowców:



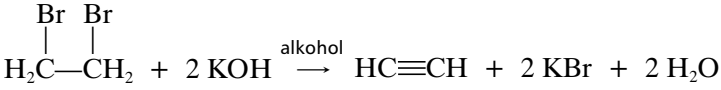
gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:



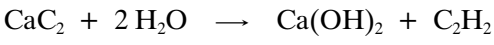
b) eliminacja chlorowcowodorów:



gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:

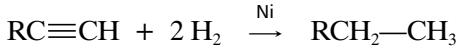


c) acetylen otrzymuje się z karbidu:

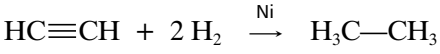


2. Reakcje

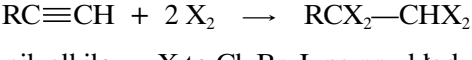
a) addycja wodoru:



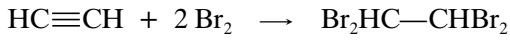
na przykład:



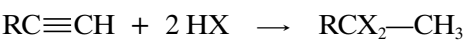
b) addycja chlorowców:



gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:



c) addycja chlorowcowodorów:



gdzie R to podstawnik alkilowy, X to Cl, Br, I, na przykład:

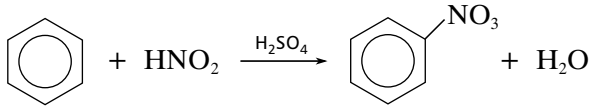
$$HC{\equiv}CH + 2\,HBr \longrightarrow Br_2HC{-}CH_3$$

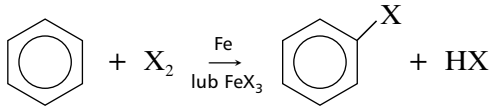
(zgodnie z regułą Markownikowa).

IV. Areny

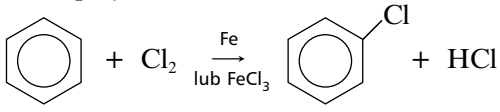
1. Reakcje

a) substytucja elektrofilowa:





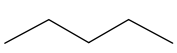
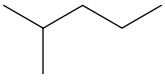
gdzie X to Br, Cl, I, na przykład:



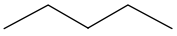
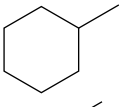
Alkany i cykloalkany

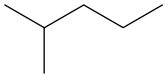
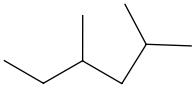
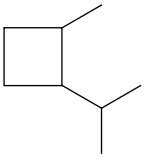
2.1. Napisz wzory strukturalne i sumaryczne *n*-alkanów zawierających:
a) 4 atomy węgla,
b) 7 atomów węgla.

2.2. Na podstawie podanych wzorów kreskowych napisz wzory sumaryczne odpowiednich węglowodorów:

a)  b)  ☆ c) 

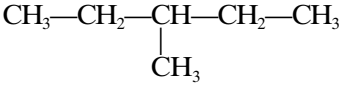
2.3. Napisz wzory półstrukturalne węglowodorów przedstawionych za pomocą wzorów kreskowych:

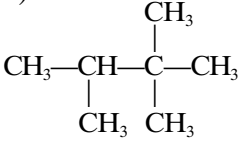
a)  c)  ☆ e) 

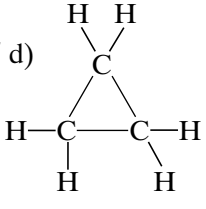
b)  ☆ d)  ☆ f) 

2.4. Narysuj wzory kreskowe podanych związków:

a) C_3H_8

b) 

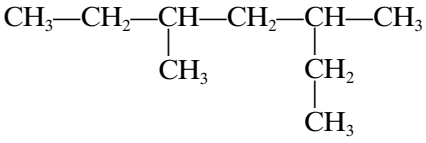
c) 

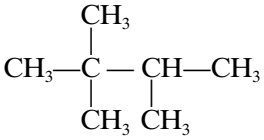
☆ d) 

2.5. Narysuj dwa wzory kreskowe alkanu zawierającego 6 atomów węgla w cząsteczce oraz rozgałęziony łańcuch węglowy.

2.6. Określ rzędowość atomów węgla w poniższych związkach:

a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

b)


c)


2.7. Napisz wzory półstrukturalne alkanów zawierających w cząsteczce:

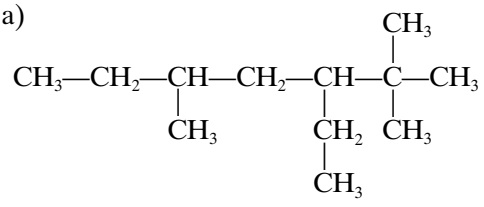
a) 5 atomów węgla, w tym jeden IV-rzędowy atom węgla,

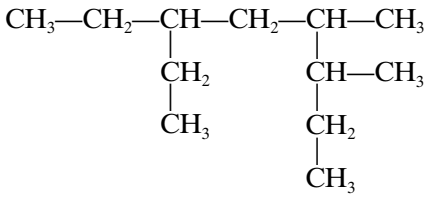
b) 8 atomów węgla, w tym pięć I-rzędowych atomów węgla,

c) 7 atomów węgla, w tym dwa II-rzędowe atomy węgla.

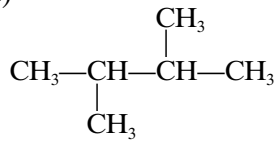
2.8. Napisz wzór strukturalny najprostszego alkanu, zawierającego w cząsteczce: jeden IV-rzędowy atom węgla, dwa III-rzędowe atomy węgla, jeden II-rzędowy atom węgla oraz odpowiednią liczbę I-rzędowych atomów węgla.

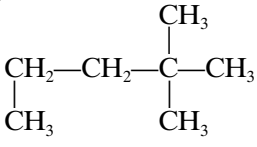
2.9. Wskaż główne łańcuchy węglowe w podanych wzorach węglowodorów i ponumeruj kolejne atomy węgla tych łańcuchów zgodnie z regułami nazewnictwa alkanów.

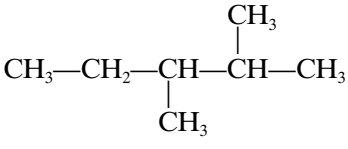
a)


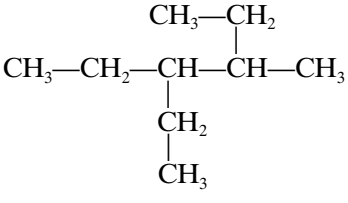
b)


2.10. Podaj nazwy następujących związków:

a)


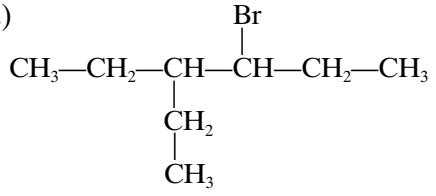
c)


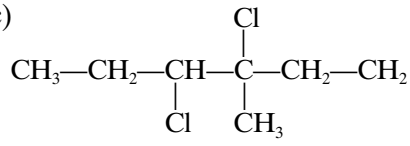
b)


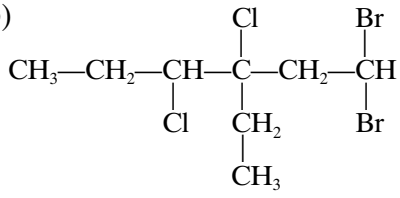
d)


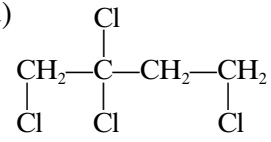
2.11. Napisz wzory półstrukturalne następujących związków:
a) 2,2-dimetylobutanu,
b) 3-etylopentanu,
c) 3-etylo-2,3-dimetylopentanu,
d) 2,3,3-trimetyloheksanu,
e) 3-etylo-4-propylooktanu,
f) 4,5-dietylo-2,3,4,5-tetrametyloheptanu,
g) 4,4-dietylo-5-propylononanu.

2.12. Podaj nazwy następujących związków:

a) 

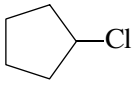
c) 

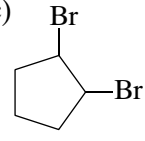
b) 

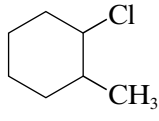
d) 

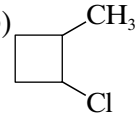
2.13. Napisz wzory półstrukturalne następujących związków:
a) 1,1-dibromo-3-metylopentanu,
b) 1,2,2,4-tetrachloro-3-etyloheksanu,
c) 3,3-dijodo-4-propyloheptanu,
d) 2,2,4,4-tetrabromoheksanu,
e) 2-bromo-4-metylopentanu,
f) 2-bromo-1,1,1-trichloropropanu.

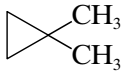
☆ **2.14.** Podaj nazwy następujących związków:

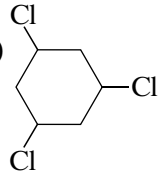
a) 

c) 

e) 

b) 

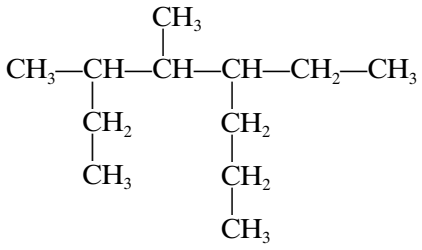
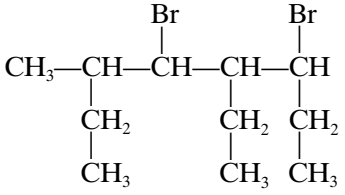
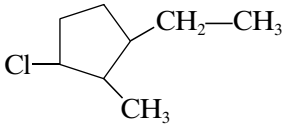
d) 

f) 

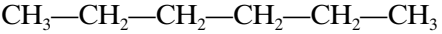
☆ **2.15.** Napisz wzory półstrukturalne następujących związków:
a) chlorocyklopropanu,
b) 2,3-dibromo-1,1-dimetylocyklobutanu,

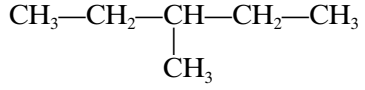
c) 1,1,2-trichlorocykloheptanu,
d) 2-jodo-1,1,3-trimetylocyklooktanu,
e) 2-chloro-1,1-dietylocyklopentanu,
f) 1,4-dimetylocykloheksanu.

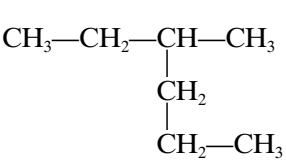
2.16. Spośród podanych nazw wybierz prawidłową nazwę przedstawionego wzorem związku:

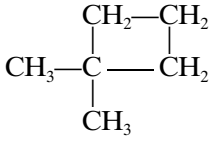
I. a) 2-etylo-3-metylo-4-propyloheksan, b) 3,4-dimetylo-5-propyloheptan, c) 4,6-dietylo-5-metyloheptan, d) 5-etylo-3,4-dimetylooktan.	
II. a) 1,3-dibromo-1,2,4-trietylopentan, b) 3,5-dibromo-4,6-dietylopentan, c) 3,5-dibromo-4-etylo-6-metylooktan, d) 4-etylo-3,5-dibromo-6-metylooktan.	
☆ III. a) 1-etylo-2-metylo-3-chlorocyklopentan, b) 1-chloro-3-etylo-2-metylocyklopentan, c) 1-etylo-2-metylo-3-chlorocykloheksan, d) 1-etylo-3-chloro-2-metylocyklopentan.	

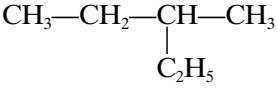
2.17. Wśród podanych wzorów węglowodorów wskaż wzory izomerów tego samego związku:

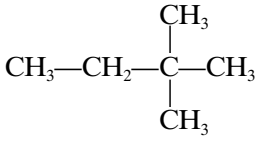
a) 

d) 

b) 

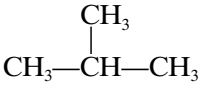
e) 

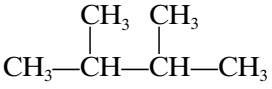
c) 

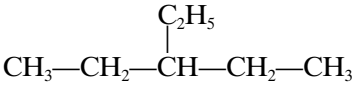
f) 

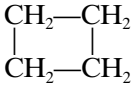
2.18. Spośród podanych wzorów węglowodorów wybierz wzory homologów:

a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$

b)


c)


d)


e)


f) $CH_3—CH_3$

2.19. Narysuj wzory półstrukturalne oraz podaj nazwy wszystkich izomerów heksanu.

☆ **2.20.** Narysuj wzory półstrukturalne wszystkich cykloalkanów o wzorze C_5H_{10}. Określ, które z tych związków są trwałe.

2.21. Uszereguj wymienione związki zgodnie z rosnącą lotnością: metan, propan, heksan, pentan. Uzasadnij ich kolejność.

2.22. Uszereguj następujące związki zgodnie z rosnącą lotnością: metan, chlorometan, dichlorometan, trichlorometan, tetrachlorometan. Odpowiedź uzasadnij.

2.23. Określ, nie korzystając z tablic chemicznych, który z podanych związków ma najwyższą temperaturę wrzenia, a który – najniższą: oktan, 2,3,4-trimetylopentan, 2,3-dimetyloheksan.

☆ **2.24.** Dla cząsteczki butanu narysuj i nazwij konformacje o najniższej i najwyższej energii.

2.25. Uzupełnij i zbilansuj następujące równania reakcji spalania alkanów:

a) $C_5H_{12} + 8\,O_2 \longrightarrow$ ..... $+ 6\,H_2O$

b) $C_7H_{16} + 11\,O_2 \longrightarrow$ ..... $+ 8\,H_2O$

c) ..... + ... $\longrightarrow 9\,C + 10\,H_2O$

d) ..... $+ 5\,O_2 \longrightarrow 3\,CO_2 +$ .....

2.26. Korzystając ze wzoru ogólnego alkanów, podaj równania reakcji spalania dowolnego alkanu we wszystkich możliwych warunkach.

2.27. Węglowodór o wzorze C_8H_{18} tworzy w wyniku chlorowania tylko jedną monochloropochodną. Podaj wzór półstrukturalny tego węglowodoru.

2.28. Napisz, ile izomerów może powstać w wyniku każdej z poniższych reakcji, wiedząc, że gazowe substraty zmieszano w stosunku objętościowym 1:1.

a) propan + $Br_2 \xrightarrow{\text{światło}}$

b) metylopropan + $Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}}$

c) chloroetan + $Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}}$

2.29. Narysuj wzory półstrukturalne oraz zapisz nazwy wszystkich chloropochodnych o wzorze C_4H_9Cl.

2.30. W wyniku bromowania alkanu otrzymano monobromopochodną o masie molowej 137 g/mol.
a) Podaj wzór sumaryczny tego alkanu,
b) Określ ilość możliwych do otrzymania monobromopochodnych.

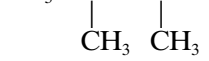
2.31. Jedną z metod otrzymywania alkanów jest synteza Wurtza, przebiegająca według schematu:

$$2\ R{-}X + 2\ Na \longrightarrow R{-}R + 2\ NaX$$

gdzie X = Cl, Br, F, I, zaś R jest podstawnikiem węglowodorowym.
Uzupełnij równania następujących reakcji:

a) $2\ CH_3{-}CH_2{-}CH_2Cl + 2\ Na \longrightarrow$ ..... $+ 2\ NaCl$

b) ..... $+ 2\ Na \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 + 2\ NaCl$

c) $2\ Na$ ..... $\longrightarrow$ 

☆ **2.32.** Uzupełnij schematy, wpisując w miejsce liter A, B, C wzory odpowiednich związków organicznych:

a) $Al_4C_3 \xrightarrow{HCl} A \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} B \xrightarrow{Na} C$

b) $CH_3COONa \xrightarrow[temp.]{NaOH} A \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} B \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} C$

c) $A \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} B \xrightarrow{Na}$ heksan

☆ **2.33.** Zaproponuj metodę otrzymywania bromoetanu z metanu z wykorzystaniem dowolnych związków nieorganicznych.

2.34. Wskaż, które z podanych informacji dotyczą węglowodorów nasyconych:
a) między atomami węgla występują tylko wiązania σ,
b) między atomami węgla nie występują wiązania typu π,
c) związki te odbarwiają roztwór $KMnO_4$,
d) związki te ulegają reakcji całkowitego spalania.

☆ **2.35.** Na podstawie wzorów półstrukturalnych czterech cykloalkanów, zawierających poniżej 10 atomów węgla, ustal wzór ogólny cykloalkanów.

☆ **2.36.** Ustal wagową zawartość procentową węgla w cykloalkanach zawierających w cząsteczce 3, 4, 6 lub 7 atomów węgla. Sformułuj odpowiedni wniosek.

2.37. Alkan A zawiera n_1 atomów węgla, a alkan B zawiera n_2 atomów węgla. Jaka jest zależność między n_1 i n_2, jeżeli węglowodór A jest ciałem stałym, a węglowodór B jest gazem?

2.38. Wyznacz wzór sumaryczny alkanu, którego masa molowa wynosi 142 g/mol.

2.39. Ustal, czy węglowodór będący w warunkach normalnych gazem o gęstości 1,875 g/dm^3 należy do szeregu homologicznego metanu.

2.40. Oblicz, ile gramów Al_4C_3 potrzeba do otrzymania w warunkach normalnych 2,8 m^3 metanu, jeśli wiesz, że metan powstaje w reakcji Al_4C_3 z kwasem solnym, a drugim produktem tej reakcji jest chlorek glinu.

2.41. Określ, w jakim stosunku objętościowym należy zmieszać chlor z metanem, aby w odpowiednich warunkach otrzymać trichlorometan (chloroform). Podaj zastosowanie tego związku.

2.42. Oblicz, jaką objętość metanu otrzymamy z 4 dm^3 gazu wodnego, jeśli wiadomo, że gaz wodny jest mieszaniną wodoru i tlenku węgla(II), zmieszanych w stosunku stechiometrycznym, a reakcja otrzymywania metanu zachodzi zgodnie z równaniem:

$$CO + 3\,H_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} H_2O + CH_4$$

2.43. W temperaturze łuku elektrycznego, czyli w bardzo wysokiej temperaturze można otrzymywać niektóre węglowodory w wyniku bezpośredniej syntezy z pierwiastków. Jaki węglowodór otrzymamy w reakcji syntezy 6 g węgla z 22,4 dm^3 wodoru odmierzonego w warunkach normalnych?

2.44. Paliwem do kuchenek turystycznych jest mieszanina propanu z butanem. Oblicz objętość powietrza potrzebną do całkowitego spalenia 0,5 m^3 tej mieszaniny, jeżeli zawiera ona 25% objętościowych butanu. Przyjmij, że powietrze zawiera 20% objętościowych tlenu.

2.45. W wyniku spalenia 11,4 g alkanu otrzymano 17,92 dm^3 CO_2 odmierzonego w warunkach normalnych. Ustal wzór sumaryczny tego węglowodoru.

2.46. W wyniku spalenia alkanu otrzymano CO i parę wodną. Stosunek objętościowy reagentów odmierzonych w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia wynosi $V_{C_xH_y}:V_{O_2} = 2:13$. Wyznacz wzór sumaryczny tego alkanu.

2.47. Gęstość benzyny wynosi 0,7 g/cm^3. Zakładając, że składa się ona tylko z izomerów oktanu, oblicz objętość CO_2 (przeliczoną na warunki normalne), wydzielanego przez silnik samochodowy podczas spalania 1 dm^3 benzyny.

Alkeny i cykloalkeny

2.48. Podaj nazwy poniższych związków przedstawionych za pomocą wzorów półstrukturalnych:

a) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$

b) $CH_2{=}C(CH_3){-}CH_3$

c) $CH_2{=}CH{-}C(CH_3)_2{-}CH_2{-}CH_3$

d) $CH_3{-}CH{=}C(CH_2{-}CH_3){-}CH_3$

2.49. Podaj nazwy poniższych związków przedstawionych za pomocą wzorów półstrukturalnych:

a) $CH_2{=}CH{-}CH(Cl){-}CH_3$

2.41. Określ, w jakim stosunku objętościowym należy zmieszać chlor z metanem, aby w odpowiednich warunkach otrzymać trichlorometan (chloroform). Podaj zastosowanie tego związku.

2.42. Oblicz, jaką objętość metanu otrzymamy z 4 dm^3 gazu wodnego, jeśli wiadomo, że gaz wodny jest mieszaniną wodoru i tlenku węgla(II), zmieszanych w stosunku stechiometrycznym, a reakcja otrzymywania metanu zachodzi zgodnie z równaniem:

$$CO + 3\,H_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} H_2O + CH_4$$

2.43. W temperaturze łuku elektrycznego, czyli w bardzo wysokiej temperaturze można otrzymywać niektóre węglowodory w wyniku bezpośredniej syntezy z pierwiastków. Jaki węglowodór otrzymamy w reakcji syntezy 6 g węgla z 22,4 dm^3 wodoru odmierzonego w warunkach normalnych?

2.44. Paliwem do kuchenek turystycznych jest mieszanina propanu z butanem. Oblicz objętość powietrza potrzebną do całkowitego spalenia 0,5 m^3 tej mieszaniny, jeżeli zawiera ona 25% objętościowych butanu. Przyjmij, że powietrze zawiera 20% objętościowych tlenu.

2.45. W wyniku spalenia 11,4 g alkanu otrzymano 17,92 dm^3 CO_2 odmierzonego w warunkach normalnych. Ustal wzór sumaryczny tego węglowodoru.

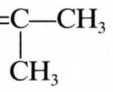
2.46. W wyniku spalenia alkanu otrzymano CO i parę wodną. Stosunek objętościowy reagentów odmierzonych w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia wynosi $V_{C_xH_y}:V_{O_2} = 2:13$. Wyznacz wzór sumaryczny tego alkanu.

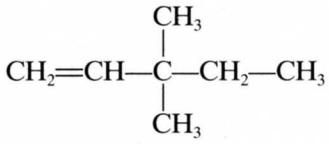
2.47. Gęstość benzyny wynosi 0,7 g/cm^3. Zakładając, że składa się ona tylko z izomerów oktanu, oblicz objętość CO_2 (przeliczoną na warunki normalne), wydzielanego przez silnik samochodowy podczas spalania 1 dm^3 benzyny.

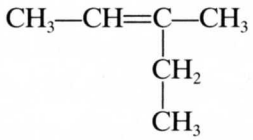
Alkeny i cykloalkeny

2.48. Podaj nazwy poniższych związków przedstawionych za pomocą wzorów półstrukturalnych:

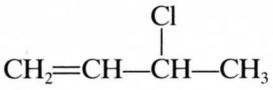
a) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$

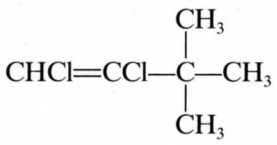
b) 

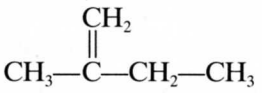
c) 

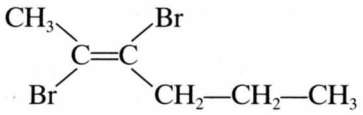
d) 

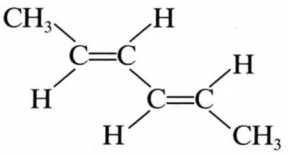
2.49. Podaj nazwy poniższych związków przedstawionych za pomocą wzorów półstrukturalnych:

a) 

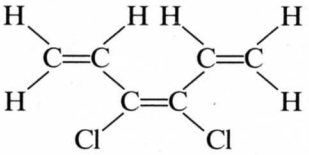
b) 

e) 

c) 

☆ f) 

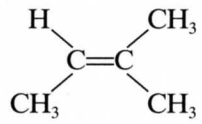
☆ d) 

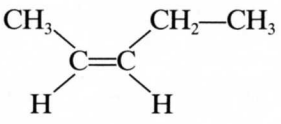
☆ g) 

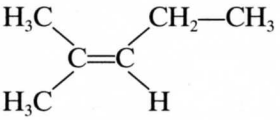
2.50. Narysuj wzory półstrukturalne węglowodorów o następujących nazwach:
a) 2-metylobut-2-en,
b) 3,3-dietylopent-1-en,
c) 4-etylo-2,2-dimetylo-hept-3-en,
☆ d) cyklopenten.

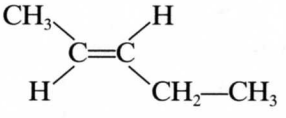
2.51. Podaj, ile wiązań σ i ile wiązań π zawierają cząsteczki następujących alkenów:
a) C_3H_6, b) C_5H_{10}, c) C_4H_8.

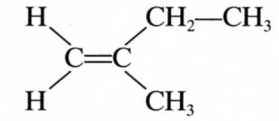
2.52. Wśród podanych wzorów alkenów wskaż parę izomerów *cis-trans*:

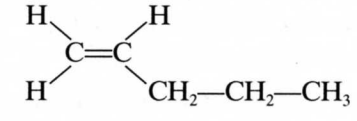
a) 

d) 

b) 

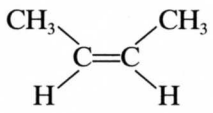
e) 

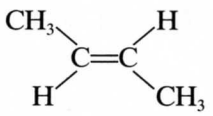
c) 

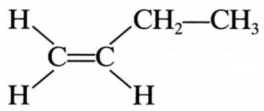
f) 

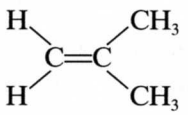
2.53. Napisz wzory półstrukturalne izomerów *cis-trans* heks-3-enu.

2.54. Poniżej przedstawiono wzory izomerów C_4H_8:

I. 

III. 

II. 

IV. 

Określ, jakie rodzaje izomerii są reprezentowane przez związki w parach:
a) I – II, b) I – III, c) III – IV.

☆ **2.55.** Czy 1,3-dibromocyklobuten może występować w postaci izomerów geometrycznych *cis-trans*? Jeżeli tak, to zapisz ich wzory strukturalne.

☆ **2.56.** Czy 1,2-dimetylocyklopenten i 1,2-dimetylocyklopentan tworzą izomery *cis-trans*? Uzasadnij odpowiedź.

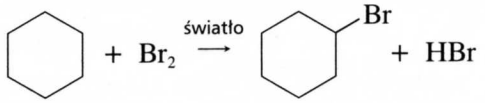
☆ **2.57.** Znając wzór ogólny alkenów zawierających jedno wiązanie podwójne, zaproponuj wzory ogólne:
a) dienów,
b) trienów.

2.58. Określ, które z poniższych równań opisują reakcje substytucji, addycji i eliminacji.

a) $CH_3—CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3—CH_2Cl + HCl$

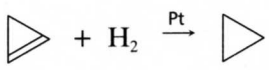
b) $CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3—CH_3$

c) $CH_2=CH—CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl—CHCl—CH_3$

☆ d)  + $Br_2 \xrightarrow{\text{światło}}$ + HBr

e) $CH_2Cl—CHCl—CH_3 + Zn \longrightarrow CH_2=CH—CH_3 + ZnCl_2$

f) $CH_3—CH_2OH \xrightarrow{Al_2O_3} CH_2=CH_2 + H_2O$

☆ g)  + $H_2 \xrightarrow{Pt}$

h) $CH_3—CH=CH—CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}—CH_3$

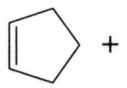
2.59. Zapisz równania reakcji spalania następujących alkenów:
a) heksenu do tlenku węgla(II),
b) heptenu do tlenku węgla(IV),
c) butenu do tlenku węgla(IV),
d) pentadekenu do węgla.

2.60. Uzupełnij następujące równania reakcji:

a) $CH_2=CH—CH_2—CH_3 + Cl_2 \longrightarrow$

b) $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+}$

c) $CH_3—CH_2—CH=CH_2 + HI \longrightarrow$

☆ d)  + $H_2 \xrightarrow{Pt}$

2.61. Wpisz wzory substratów w podanych równaniach reakcji, a następnie uzupełnij i zbilansuj te równania.

a) ..... + ... $\longrightarrow H_3C—CH_2—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}—CH_3$

b) ..... + ... → $CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3$

c) ..... + ... → $CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3$

☆ d) ..... + ... →  + ...

2.62. Wpisz w miejsce liter A, B, C wzory półstrukturalne odpowiednich związków:

a) $CH_2=CH_2 \xrightarrow{HCl} A \xrightarrow{Na} B$

b) $A \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2}$ 2-chloropropan $\xrightarrow[\text{alkohol}]{NaOH} B \xrightarrow{Br_2} C$

2.63. Uzupełnij schemat:

$A \xrightarrow{Zn} B \xrightarrow{HCl} CH_3-CH_2Cl \xrightarrow{KOH,\ etanol} B$

2.64. Podaj, jakie reagenty kryją się pod literami a, b, c, d w podanym poniżej schemacie. Określ, jakie dodatkowe warunki muszą być spełnione w kolejnych reakcjach.

$C_3H_8 \xrightarrow{a} C_3H_7Cl \xrightarrow{b} C_3H_6 \xrightarrow{c} C_3H_6Br_2 \xrightarrow{d} C_3H_5Br$

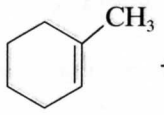
☆ **2.65.** Uzupełnij równania następujących reakcji:

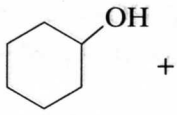
a) $\begin{array}{l} CH_2-CH_2-Cl \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2-CH_2-Cl \end{array}$ + Zn → ..... + ...

b) $\begin{array}{l} CH_2-CH_2-Br \\ | \\ CH-Br \\ | \\ CH_3 \end{array}$ + Zn → ..... + ...

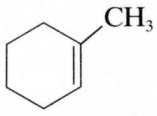
c) ..... + Zn → $\begin{array}{l} CH_2-CH_2 \\ | \quad | \\ CH-CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$ + $ZnCl_2$

☆ **2.66.** Dokończ równania poniższych reakcji i określ ich typ:

a)  + HI → .....

b)  + $\xrightarrow{Al_2O_3}$ ..... + ...

c) $Cl—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—Cl + Zn \longrightarrow$ .....

d)  $+ H_2O \xrightarrow{H^+}$ .....

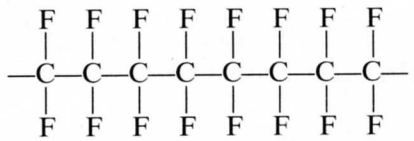
☆ **2.67.** Uzupełnij następujący schemat, wpisując w miejsce liter A, B, C, D wzory odpowiednich związków:

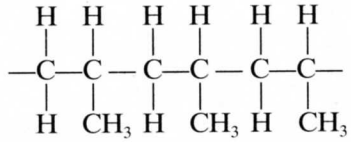
a) but-1-en $\xrightarrow{HBr}$ A $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ B $\xrightarrow[H^+]{H_2O}$ C $\xrightarrow{Al_2O_3}$ B $\xrightarrow{D}$ butan

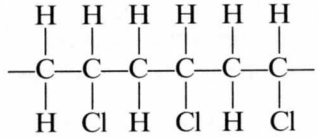
b) 1,5-dibromopentan $\xrightarrow{Zn}$ A $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ B $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ C $\xrightarrow{Br_2}$ D

c) A $\xrightarrow{HCl}$ B $\xrightarrow{Na}$ C $\xrightarrow[h\nu]{Br_2}$ D $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ but-2-en

2.68. Podaj wzory związku, dającego w wyniku polimeryzacji polimer, którego fragmenty łańcucha są następujące:

a) 

b) 

c) 

2.69. Napisz równania reakcji otrzymywania etenu z:
a) etanolu,
b) chloroetanu.

2.70. Ułóż równania reakcji otrzymywania:
a) but-2-enu, mając do dyspozycji but-1-en i dowolne odczynniki nieorganiczne,
☆ b) butanu, mając do dyspozycji eten i dowolne odczynniki nieorganiczne,
☆ c) butanu, mając do dyspozycji etanol i dowolne odczynniki nieorganiczne,
☆ d) 2-chloropropanu, mając do dyspozycji 1,2-dibromopropan i dowolne odczynniki nieorganiczne.

☆ **2.71.** Zaproponuj metodę otrzymywania:
a) 2-chlorobutanu (jako głównego produktu organicznego) z 1-bromobutanu, z wykorzystaniem dowolnych odczynników nieorganicznych,
☆ b) 1,2-dibromoetanu (jako jedynego produktu organicznego) z metanu, z wykorzystaniem dowolnych odczynników nieorganicznych.

☆ **2.72.** Zaproponuj syntezę 1-metylocyklopent-1-enu z propanu jako jedynego odczynnika organicznego, z wykorzystaniem dowolnych odczynników nieorganicznych.

2.73. Obecność wiązania podwójnego w etenie można stwierdzić na podstawie reakcji odbarwiania $KMnO_4$. Proces ten można zapisać za pomocą uproszczonego schematu przedstawionego poniżej:

$$CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{KMnO_4,H_2O} \underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{CH_2}{-}\overset{|}{CH_2}}}$$

Podaj schemat reakcji, na podstawie której stwierdzisz obecność wiązania podwójnego w:

a) but-1-enie, b) but-2-enie.

2.74. Oblicz, ile m^3 propenu potrzeba do otrzymania 0,2 kmola 2-chloropropanu w reakcji addycji chlorowodoru do propenu.

2.75. Podaj, w jakim stosunku objętościowym należy zmieszać buten z powietrzem, aby uległ on całkowitemu spaleniu. Przyjmij, że powietrze zawiera 20% objętościowych tlenu.

2.76. Mieszanina zawiera 30% objętościowych etenu, 25% objętościowych propenu oraz buten. Oblicz objętość powietrza niezbędną do spalenia 1 dm^3 tej mieszaniny. Przyjmij, że powietrze zawiera 20% objętościowych tlenu.

2.77. Oblicz gęstość par alkenu zawierającego 4 atomy węgla w cząsteczce.

2.78. Do spalenia 2 dm^3 pewnego alkenu użyto 8 dm^3 tlenu, otrzymując 8 dm^3 tlenku węgla(II) i 8 dm^3 pary wodnej (w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia). Wyznacz wzór sumaryczny użytego w tej reakcji alkenu.

2.79. Oblicz, ile cząsteczek etenu uległo polimeryzacji, jeżeli masa cząsteczkowa polimeru wynosi około 18000 u.

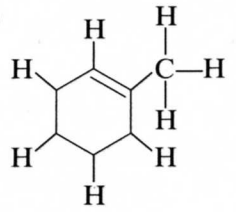
☆ **2.80.** W węglowodorze A stosunek masowy węgla do wodoru wynosi 5 : 1. Węglowodór ten poddano katalitycznemu odwodornieniu, otrzymując alken o tej samej liczbie atomów węgla. Następnie otrzymany alken poddano chlorowaniu, otrzymując chloropochodną zawierającą 50,35% wagowych chloru. Podaj wzór węglowodoru A, jeśli produkt chlorowania miał jeden atom chloru połączony z trzeciorzędowym atomem węgla oraz jeden atom chloru połączony z drugorzędowym atomem węgla.

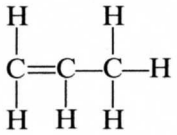
☆ **2.81.** Gęstość par pewnego węglowodoru w warunkach normalnych wynosi 2,5 g/dm^3. Po spaleniu 11,2 g tego węglowodoru otrzymano 17,92 dm^3 dwutlenku węgla oraz parę wodną. Podaj wzór sumaryczny tego węglowodoru oraz wzory strukturalne wszystkich możliwych izomerów.

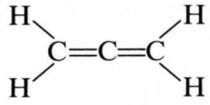
2.82. Gęstość par pewnego węglowodoru względem tlenu wynosi 1,312. Podaj wzór sumaryczny tego węglowodoru, wiedząc, że powoduje on odbarwienie wody bromowej i roztworu $KMnO_4$.

2.83. Trzy alkeny A, B, C poddano reakcji z wodą bromową. Alken A przekształcił się w 1,2-dibromobutan, natomiast zarówno alken B, jak i C w reakcji z wodą bromową utworzyły 2,3-dibromobutan. Odpowiedz, jakie związki kryją się pod literami A, B, C oraz czy doświadczenie było wystarczające, aby odróżnić od siebie wszystkie węglowodory. Jeśli uznasz, że nie było wystarczające, zaproponuj doświadczenie, które należałoby jeszcze przeprowadzić.

☆ **2.84.** Określ, czy w podanych niżej cząsteczkach co najmniej cztery atomy leżą w tej samej płaszczyźnie. Zaznacz gwiazdką atomy leżące w tej samej płaszczyźnie:

a) 

b) 

c) 

☆ **2.85.** Zaproponuj metodę, dzięki której można odróżnić od siebie heksan, heks-2-en i tetrachlorometan.

☆ **2.86.** Związek X o wzorze C_6H_{12} nie odbarwia wody bromowej ani wodnego roztworu $KMnO_4$. Określ strukturę tego związku, wiedząc dodatkowo, że w wyniku reakcji z bromem zachodzącej pod wpływem światła, tworzy on tylko jedną monobromopochodną.

2.87. Jeden z izomerów butenu poddano reakcji z bromowodorem, a powstały w jej wyniku związek potraktowano alkoholowym roztworem KOH. Ostatecznie otrzymano związek inny od wyjściowego. Określ strukturę wyjściowego związku. Odpowiedź uzasadnij i zapisz równania przeprowadzonych reakcji.

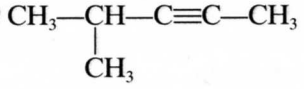
Alkiny

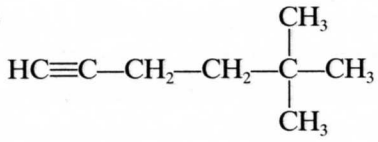
2.88. Podaj nazwy związków przedstawionych poniższymi wzorami:

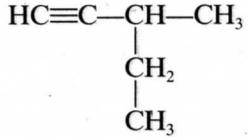
a) $HC{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$

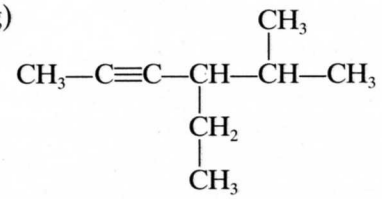
b) $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

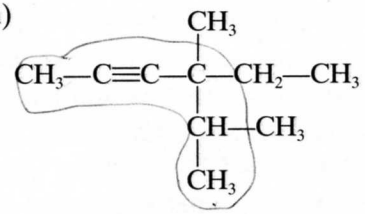
c) $HC{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

d) 

e) 

f) 

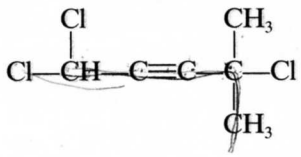
g) 

h) 

☆ i) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}C{\equiv}CH$

☆ j) $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH{=}CH{-}CH_3$

2.89. Spośród podanych nazw wybierz poprawną nazwę związku o następującym wzorze:



a) 1,4,4-trichloro-1,1-dimetylobut-2-yn,

b) 2,5,5-trichloro-2-metylobut-3-yn,

c) 1,1,4-trichloro-4-metylopent-3-yn,

d) 1,1,4-trichloro-4-metylopent-2-yn.

2.90. Napisz wzory strukturalne związków o nazwach:

a) 3-metylobut-1-yn,

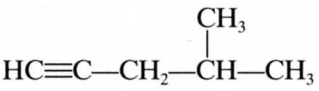
b) 4-etyloheks-2-yn,

c) 4,4-dimetylopent-2-yn,

☆ d) penta-1,4-diyn,

☆ e) 4-propylohept-4-en-1-yn.

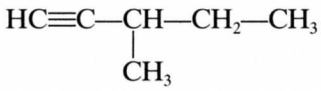
2.91. Dla związku o wzorze:



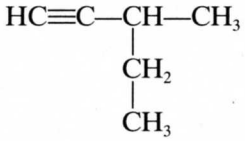
$$HC{\equiv}C{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

określ, które z poniższych wzorów przedstawiają:

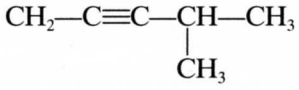
a) jego homologi, b) jego izomery, c) związki z nim identyczne.

1. 

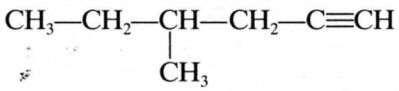
$$HC{\equiv}C{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3$$

2. 

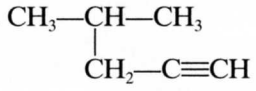
$$HC{\equiv}C{-}\underset{\displaystyle CH_2{-}CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

3. 

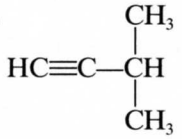
$$CH_2{-}C{\equiv}C{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

4. 

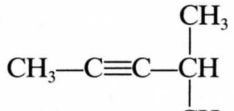
$$CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}C{\equiv}CH$$

5. 

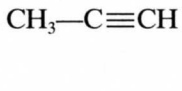
$$CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_2{-}C{\equiv}CH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

6. 

$$HC{\equiv}C{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

7. 

$$CH_3{-}C{\equiv}C{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

8. 

$$CH_3{-}C{\equiv}CH$$

2.92. Napisz wzory półstrukturalne i podaj nazwy systematyczne wszystkich izomerów o podanych wzorach sumarycznych, które w cząsteczce zawierają wiązanie potrójne:

a) C_6H_{10}, b) C_4H_5Br, c) $C_3H_2Cl_2$.

2.93. Dokończ równania poniższych reakcji:

a) $HC{\equiv}CH + 2HCl \longrightarrow$

b) $HC{\equiv}C{-}CH_3 + 2HBr \longrightarrow$

c) $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3 + 2Cl_2 \longrightarrow$

☆ d) $HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4}$

☆ e) $HC{\equiv}CH + Na \longrightarrow$

2.94. Zapisz równania następujących reakcji:

a) propyn + chlor $\longrightarrow$ .....

b) but-2-yn + chlorowodór $\longrightarrow$ .....

c) acetylen + bromowodór $\longrightarrow$ .....

d) 1,1,2,2,-tetrabromobutan + cynk $\longrightarrow$ ..... + ...

e) 1,2-dichloroetan + wodorotlenek potasu $\xrightarrow{\text{alkohol}}$ ..... + ...

2.95. Uzupełnij poniższe równania reakcji, wypisując wzory substratów należących do szeregu homologicznego alkinów, uwzględniając odpowiednie katalizatory i współczynniki stechiometryczne.

a) ..... + ... → $CH_3—CH_2—CBr_2—CH_3$

b) ..... + ... → $CH_3—\overset{\overset{O}{\|}}{C}—CH_3$

c) ..... + ... → $CH(Cl)(Cl)—C(Cl)(Cl)—CH_2—CH_3$

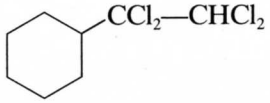
2.96. Podaj wzory związków A i B oraz zapisz stechiometryczne równania reakcji przedstawionych schematem:

karbid $\xrightarrow{H_2O}$ A $\xrightarrow[\text{(niedomiar)}]{HCl}$ B $\xrightarrow[\text{temp.}]{\text{ciśnienie}}$ $\left[CH_2—\underset{Cl}{CH}\right]_n$

2.97. Uzupełnij schemat, wpisując w miejsce liter A, B, C, D wzory związków organicznych:

a) A $\xrightarrow[Pt]{H_2\text{ (niedomiar)}}$ propen $\xrightarrow{HCl}$ B $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ C $\xrightarrow[H^+]{H_2O}$ D $\xrightarrow{Al_2O_3}$ C

☆ b) etan $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ A $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ B $\xrightarrow{Cl_2}$ C $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ D $\xrightarrow[HgSO_4]{H_2O,\ H_2SO_4}$ E

☆ c)  $\xrightarrow{Zn}$ A $\xrightarrow[Pt]{H_2}$ B

☆ **2.98.** Uzupełnij poniższy schemat, wpisując w miejsce liter A, B, C, D wzory odpowiednich związków:

A $\xrightarrow[Pt]{H_2}$ B $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ C $\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$ D $\xrightarrow{\text{polimeryzacja}}$ polipropylen

2.99. Zaproponuj metody otrzymywania poniższych związków, dysponując karbidem i innymi związkami nieorganicznymi:

a) chloroetan,
b) polichlorek winylu,
☆ c) butan,
☆ d) CH_3CHO.

☆ **2.100.** Zaproponuj metody otrzymywania:

a) butanu z acetylenu i dowolnych związków nieorganicznych,
b) but-2-ynu z etanu i dowolnych związków nieorganicznych.

2.101. Z podanych związków wybierz te, które bez użycia katalizatorów odbarwiają wodę bromową:

a) acetylen, c) etan, e) propen.
b) benzen, d) eten,

2.102. Zaproponuj doświadczenie, jakie należy przeprowadzić, aby odróżnić heks-2-yn od pentanu.

2.103. Zaproponuj, w jaki sposób można odróżnić od siebie acetylen, heks-2-yn i heptan.

2.104. Opisz doświadczenie, w którym otrzymasz acetylen i wykażesz jego nienasycony charakter.

2.105. Uporządkuj dane związki zgodnie z rosnącą lotnością: heks-2-yn, pent-1-yn, hept-2-yn. Odpowiedź uzasadnij.

2.106. Wyjaśnij, dlaczego lampki górnicze stosowane przez dziesiątki lat nazywano karbidówkami.

2.107. Wyjaśnij, dlaczego płomień palnika acetylenowo-tlenowego nie jest kopcący, chociaż acetylen spala się w powietrzu do sadzy i pary wodnej.

2.108. Przygotowano dwie płuczki zawierające po 140 g 5-procentowego wodnego roztworu Br_2. Przez pierwszą z nich przepuszczono 0,5 dm^3 etenu, przez drugą natomiast 0,5 dm^3 acetylenu (objętości gazów zmierzono w warunkach normalnych). Jakie zmiany zaobserwowano w obu płuczkach? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

2.109. Oblicz objętość tlenu, w warunkach normalnych, niezbędną do całkowitego spalenia 60 g propynu.

2.110. Oblicz objętość tlenu niezbędną do całkowitego spalenia 300 dm^3 mieszaniny, w której 30% objętościowych stanowi acetylen, a 70% tlenek węgla(IV). Przyjmij, że objętości wszystkich gazów zostały zmierzone w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury.

☆ **2.111.** Techniczny karbid zawiera 10% zanieczyszczeń. Oblicz, jaka objętość acetylenu (w warunkach normalnych) powstanie ze 100 g karbidu, jeżeli wydajność reakcji wynosi 80%.

☆ **2.112.** Oblicz, przy jakiej wydajności reakcji z 9,6 kg karbidu powstaną 3 m^3 acetylenu (objętość odmierzona w warunkach normalnych).

☆ **2.113.** W wyniku addycji wody do acetylenu otrzymuje się aldehyd octowy o wzorze CH_3CHO. Oblicz wydajność tego procesu, jeśli z 400 m^3 acetylenu (w warunkach normalnych) otrzymano 746 kg aldehydu octowego.

2.114. W pewnym węglowodorze stosunek masowy węgla do wodoru wynosi 9 : 1. Napisz:
a) wzór rzeczywisty tego węglowodoru, wiedząc, że jest on jednocześnie wzorem elementarnym,
b) wzór strukturalny tego węglowodoru, przyjmując, że należy on do szeregu homologicznego alkinów,
c) wzory sumaryczne trzech kolejnych homologów tego węglowodoru.

☆ **2.115.** Pewien węglowodór reaguje w ciemności z chlorem, w wyniku czego powstaje tetrachloropochodna o masie stanowiącej 455% masy wyjściowego węglowodoru. Ustal wzór strukturalny tego węglowodoru.

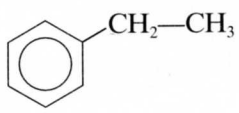
2.116. Pewien węglowodór, homolog etynu, spalono całkowicie w tlenie, przy czym zużyto objętość tlenu siedmiokrotnie większą niż objętość par spalanego węglowodoru (obie objętości odmierzono w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury). Ustal wzór sumaryczny tego węglowodoru.

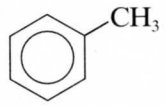
☆ **2.117.** Ustal wzór sumaryczny węglowodoru należącego do szeregu homologicznego alkinów, wiedząc, że zawiera on masowo 11,1% wodoru, a gęstość par tego związku w warunkach normalnych jest równa 2,41 g/dm^3.

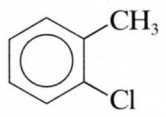
Węglowodory aromatyczne

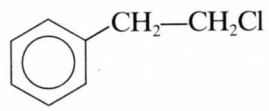
2.118. Napisz wzory półstrukturalne trzech kolejnych homologów benzenu.

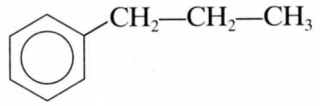
2.119. Podaj nazwy następujących związków:

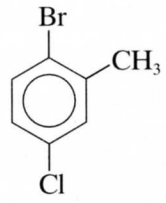
a) 

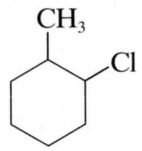
b) 

c) 

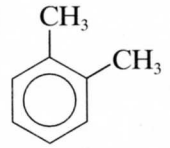
d) 

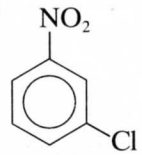
e) 

f) 

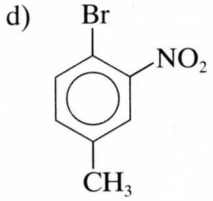
☆ g) 

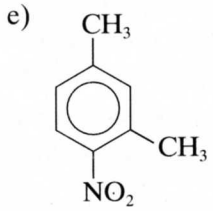
2.120. Podaj nazwy poniższych związków:

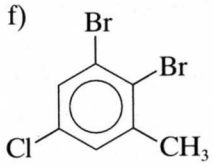
a) 

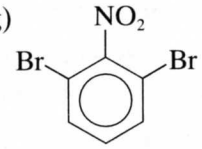
b) 

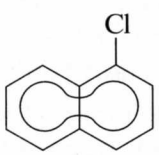
c) 

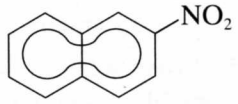
d) 

e) 

f) 

g) 

☆ h) 

☆ i) 

2.121. Zapisz wzory półstrukturalne następujących związków:

a) 4-chloro-1,2-dimetylobenzenu,

b) 1,3,5-trimetylobenzenu,

c) 1,3,5-tribromobenzenu,

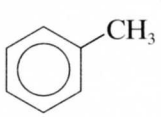
d) chlorofenylometanu,

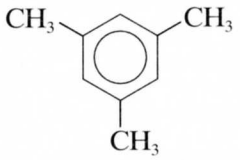
e) 1-etylo-3-metylobenzenu,
f) 1-fenylo-2-metylobutanu,
g) bromofenylometanu,
h) orto-chlorometylobenzenu.

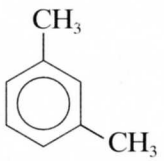
2.122. Napisz wzory wszystkich możliwych aromatycznych izomerów związku C_8H_{10} i podaj ich nazwy.

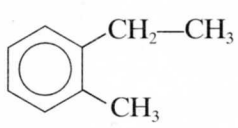
2.123. Podaj wzory półstrukturalne oraz nazwy wszystkich aromatycznych izomerów związku $C_6H_4CH_3Cl$.

2.124. Określ, które z podanych związków są w stosunku do siebie izomerami, a które homologami.

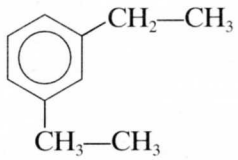
a) 

b) 

c) 

d) 

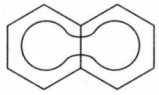
e) 

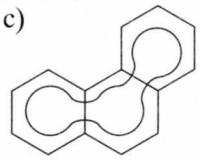
f) 

g) $HC{\equiv}C{-}C{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$

2.125. Dla poniższych cząsteczek napisz po jednym przykładzie wzoru Kekulégo.

a) 

b) 

c) 

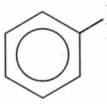
2.126. Zapisz równanie reakcji trimeryzacji acetylenu.

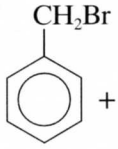
2.127. Napisz równania reakcji, w których benzen ulega:
a) substytucji,
b) addycji.

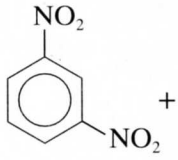
2.128. Uzupełnij równania reakcji i określ ich typ.

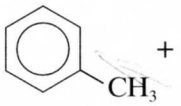
a)  $+ Br_2 \xrightarrow{?}$ ..... + ...

b) ..... $+ H_2 \xrightarrow{?}$ 

c)  + ... $\xrightarrow{?}$  + ...

d) ..... + ... $\xrightarrow{?}$  + ...

e) ..... + ... $\xrightarrow{?}$  + ...

☆ f) ..... + CH_3Cl $\xrightarrow{?}$  + ...

☆ **2.129.** Napisz równania reakcji przedstawionych poniższymi schematami:

a) $C \longrightarrow CaC_2 \longrightarrow C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6 \longrightarrow C_6H_{12}$

b) $C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5CH_3 \longrightarrow C_6H_5CH_2Cl$

c) acetylen $\longrightarrow$ benzen $\longrightarrow$ toluen $\longrightarrow$ *o*-nitrotoluen

d) benzen $\longrightarrow$ nitrobenzen $\longrightarrow$ *m*-dinitrobenzen

2.130. Dysponując benzenem i dowolnymi odczynnikami nieorganicznymi, zaproponuj metodę syntezy następujących związków:

a) *o*-chloronitrobenzenu,

b) *m*-chloronitrobenzenu,

c) 1-chloro-2,4-dinitrobenzenu.

2.131. Wypisz wzory trzech izomerów powstających z największą wydajnością w reakcji bromowania *m*-bromotoluenu do dibromopochodnej, jeżeli zastosowanym katalizatorem jest żelazo.

☆ **2.132.** Toluen poddano reakcji alkilowania za pomocą chlorometanu w obecności $AlCl_3$. Z mieszaniny reakcyjnej wydzielono ten z produktów, który podczas nitrowania daje tylko jedną mononitropochodną, i poddano go nitrowaniu. Zapisz wzór i nazwę otrzymanego ostatecznie związku.

☆ **2.133.** Zaproponuj metody otrzymywania:

a) *o*-nitrotoluenu z metanu, benzenu i dowolnych związków nieorganicznych,

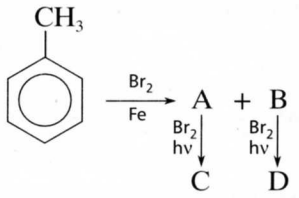
b) *m*-nitrotoluenu z metanu, benzenu i dowolnych związków nieorganicznych,

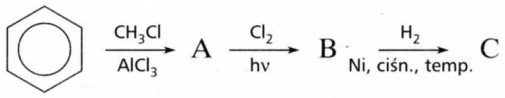
c) chlorofenylometanu z metanu, benzenu i dowolnych związków nieorganicznych.

☆ **2.134.** Podczas reakcji całkowitego uwodorowania naftalenu powstaje dekalina. Zanalizuj strukturę jej cząsteczki i oceń, czy tworzy ona izomery *cis-trans*.

2.135. Uzupełnij poniższe schematy reakcji, wpisując w miejsce liter A, B, C, D wzory odpowiednich związków:

a)  $\xrightarrow[H_2SO_4]{HNO_3}$ A $\xrightarrow[Fe]{Cl_2}$ B

b) 

☆ c) 

2.136. Uszereguj poniższe związki zgodnie z rosnącą lotnością. Odpowiedź uzasadnij:
a) benzen, nitrobenzen, *m*-dinitrobenzen,
b) benzen, toluen, naftalen.

2.137. Wyjaśnij, dlaczego naftalen wykazuje następujące cechy:
a) jest miękkim ciałem stałym,
b) chociaż jest ciałem stałym, ma intensywny zapach.

2.138. Zaproponuj doświadczenie pozwalające odróżnić heksan od benzenu, wykorzystując w tym celu reakcję substytucji.

2.139. W czterech probówkach otrzymałeś benzen, nitrobenzen, heptan i heks-2-en. Opisz, w jaki sposób można rozróżnić te związki. Zapisz równania odpowiednich reakcji.

2.140. Opisz, jakie zmiany zaobserwujesz po dodaniu 2 g bromu do następujących substancji:
a) 0,01 mola benzenu,
b) 0,01 mola heksanu,
c) 0,01 mola heks-1-enu,
d) 0,01 mola heks-1-ynu.
Określ, czy w każdym przypadku cały brom zostanie zużyty. Wnioski uzasadnij napisaniem odpowiednich równań reakcji i obliczeniami. W każdym przypadku uwzględnij warunki niezbędne do zajścia reakcji.

2.141. Oblicz, ile dm^3 acetylenu (odmierzonego w warunkach normalnych) potrzeba do otrzymania 15,6 g benzenu, zakładając, że reakcja przebiega ze 100% wydajnością.

2.142. Oblicz, ile dm^3 tlenu (odmierzonego w warunkach normalnych) potrzeba do całkowitego spalenia 885 g mieszaniny benzenu i toluenu, zmieszanych w stosunku molowym 1 : 3.

2.143. Oblicz, ile dm^3 wodoru (w warunkach normalnych) potrzeba do otrzymania 2 moli dekaliny, która jest produktem całkowitego katalitycznego uwodornienia naftalenu.

2.144. Trotyl jest nazwą zwyczajową 2,4,6-trinitrotoluenu, który jest używany jako środek wybuchowy. Oblicz, ile moli trotylu otrzyma się z 460 g toluenu.

2.145. W reakcji chlorowania toluenu w obecności żelaza otrzymano *o*-chlorotoluen i *p*-chlorotoluen w stosunku molowym 1 : 9. Określ wagową zawartość procentową obu izomerów w otrzymanej mieszaninie.

2.146. Benzen i toluen zmieszano w stosunku molowym 1 : 4. Oblicz stężenie procentowe benzenu w tej mieszaninie.

2.147. Benzen i toluen zmieszano w stosunku objętościowym 5 : 2. Oblicz stężenie procentowe toluenu w tej mieszaninie, jeśli wiadomo, że gęstość benzenu wynosi 0,87 g/cm^3, natomiast gęstość toluenu 0,86 g/cm^3.

2.148. W 30 molach benzenu rozpuszczono 2 mole naftalenu. Oblicz stężenie procentowe naftalenu w tym roztworze.

2.149. Poddano nitrowaniu 90 g bromobenzenu. Oblicz masę powstałego *p*-bromonitrobenzenu, skoro wiadomo, że powstaje on z wydajnością 67%.

2.150. Przeprowadzono reakcję chlorowania 80 g benzenu do *p*-dichlorobenzenu. Oblicz masę powstałego produktu, jeśli reakcja otrzymywania chlorobenzenu przebiega z wydajnością 93%, a przetwarzanie chlorobenzenu w *p*-dichlorobenzen z wydajnością 70%.

2.151. Oblicz masę jodobenzenu użytego do otrzymania 500 g *o*-jodonitrobenzenu, jeśli wydajność procesu nitrowania jodobenzenu wynosi 38%.

2.152. Podczas nitrowania toluenu otrzymuje się mieszaninę zawierającą wagowo 58% izomeru *orto*, 38% izomeru *para* i 4% izomeru *meta*. Oblicz masy izomerów *o*-, *m*- i *p*-nitrotoluenu otrzymanych podczas nitrowania 100 g toluenu.

Ropa naftowa i gaz ziemny

2.153. Parafina stanowi mieszaninę *n*-alkanów o ponad 17 atomach węgla w cząsteczce. W jaki sposób można ją otrzymać z ropy naftowej?

2.154. W wyniku destylacji ropy naftowej otrzymano następujące frakcje: benzynę, olej napędowy, naftę i asfalt. Uporządkuj je zgodnie z rosnącą lotnością.

2.155. Wyjaśnij, dlaczego po katastrofie tankowców ropa nie opada na dno morza.

2.156. Benzyna i benzen są stosowane jako dobre rozpuszczalniki, na przykład do farb i lakierów. Wskaż trzy podobieństwa i trzy różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych tych substancji.

2.157. Łatwiej jest zapalić benzynę ogrzaną czy ochłodzoną? Uzasadnij odpowiedź.

2.158. Frakcja benzynowa otrzymywana w wyniku destylacji ropy naftowej ma na ogół niską liczbę oktanową. Jej właściwości można poprawić, przeprowadzając proces reformingu, w którym *n*-alkany ulegają katalitycznemu przekształceniu w alkany rozgałęzione, cykloalkany i węglowodory aromatyczne. Zapisz wzór półstrukturalny najbardziej rozgałęzionego węglowodoru, jaki można otrzymać podczas reformingu z heptanu, zakładając, że nie zmienia się wzór sumaryczny związku.

2.159. Liczba oktanowa jest miarą odporności benzyny na tak zwane spalanie detonacyjne. Oblicz, jaki jest skład mieszaniny wzorcowej zawierającej izooktan i *n*-heptan, jeśli jej liczba oktanowa wynosi 95.

2.160. W przeciwieństwie do coraz częściej stosowanej benzyny bezołowiowej, etylina 94 jest szkodliwa dla środowiska. Średnio ze spalenia 1 dm^3 etyliny do atmosfery tra-

fia 0,7 g ołowiu. Oblicz, ile gramów tetraetyloołowiu o wzorze $Pb(C_2H_5)_4$ zawiera 1 dm^3 etyliny.

2.161. Oblicz masę benzenu, jaką można uzyskać z 50 kg heksanu w procesie reformingu, jeśli wydajność tego procesu wynosi 65%, a użyty do reakcji heksan zawiera wagowo 8% zanieczyszczeń.

2.162. Oblicz, jaka objętość powietrza jest potrzebna do spalenia 0,5 m^3 suchego gazu ziemnego w celu otrzymania tlenku węgla(IV) i pary wodnej. Suchy gaz ziemny zawiera objętościowo 96% metanu, 3% etanu i 1% propanu. Przyjmij, że zawartość objętościowa tlenu w powietrzu wynosi 20%.

2.163. Tak zwany mokry gaz ziemny, zawierający w temperaturze pokojowej (25°C) objętościowo 80% metanu, 8,0% etanu, 7,0% propanu i 5% butanu, poddano rozdziałowi w celu wyodrębnienia z niego gazu płynnego, będącego mieszaniną propanu i butanu. Oblicz procentowy skład objętościowy propanu i butanu w tych samych warunkach w gazie płynnym, wiedząc, że jego składniki pochodzą wyłącznie z gazu ziemnego. Podaj co najmniej dwa zastosowania tego gazu.

2.164. Oblicz procentowy skład objętościowy gazu ziemnego (w warunkach normalnych) będącego mieszaniną CH_4, C_2H_6 oraz C_3H_8, wiedząc, że objętość propanu stanowi 1/5 objętości etanu. Gęstość gazu ziemnego w warunkach normalnych wynosi 0,74 g/dm^3.

2.165. Czysty pierwiastek węgiel stanowi wagowo 80–94% węgla kamiennego. Z jakiej ilości węgla kamiennego zawierającego 85% czystego pierwiastka można otrzymać w wyniku pirogenizacji 2 t koksu, przyjmując, że zawiera on 100% czystego węgla.

2.166. Smoła pogazowa jest jednym z produktów suchej destylacji węgla kamiennego. Ze 100 kg węgla otrzymuje się średnio 6,5 kg smoły pogazowej. W wyniku destylacji smoły można uzyskać benzen, przy czym jego zawartość w smole sięga 15% wagowych. Oblicz masę benzenu, jaką można maksymalnie otrzymać z 1 t węgla kamiennego.

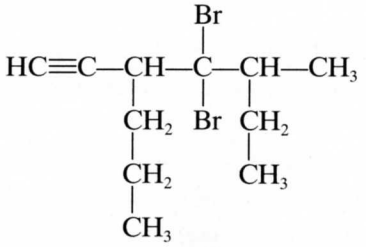
2.167. Naftalen otrzymuje się podczas destylacji smoły pogazowej. Zawartość wagowa naftalenu w smole pogazowej wynosi 3,5%. Oblicz, jaką masę węgla należy poddać przetworzeniu w celu otrzymania 1 kg naftalenu, jeśli 100 kg węgla daje średnio 6,5 kg smoły pogazowej.

Zadania testowe

2.168. Wskaż jedną poprawną odpowiedź lub wpisz brakujące fragmenty tekstu albo wzory związków:

1. Izomery różnią się od siebie:
   a) własnościami fizycznymi,
   b) strukturą cząsteczek,
   c) składem chemicznym i masą cząsteczkową,
   d) cechami wymienionymi w punktach a) i b).

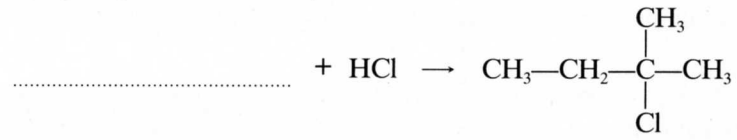
2. Związek przedstawiony wzorem:



ma nazwę:
a) 4,4-dibromo-3-propylo-5-etyloheks-1-yn,
b) 4,4-dibromo-5-etylo-3-propylo-heks-1-yn,
c) 4,4-dibromo-5-metylo-3-propylohept-1-yn,
d) 4,4-dibromo-3-metylo-5-propylohept-6-yn.

3. Aby odróżnić benzen od heksanu wystarczy podziałać na oba związki:
a) wodnym roztworem $KMnO_4$,
b) wodą bromową,
c) mieszaniną nitrującą,
d) wodą destylowaną.

4. Uzupełnij równanie reakcji:



5. Podczas spalania całkowitego węglowodoru otrzymujemy produkty:

.....

6. W reakcji toluenu z chlorem, przebiegającej w obecności światła, otrzymujemy:
a) chlorofenylometan i chlorowodór,
b) *o*-chlorotoluen, *p*-chlorotoluen i chlorowodór,
c) *m*-chlorotoluen i chlorowodór,
d) reakcja ta nie zachodzi.

7. Benzen od benzyny różni się zachowaniem wobec:
a) wody bromowej,
b) wodnego roztworu $KMnO_4$,
c) mieszaniny nitrującej,
d) wszystkich wymienionych substancji.

8. Homologiem oktanu jest:
a) C_4H_8,
b) C_3H_8,
c) C_4H_6,
d) C_6H_{12}.

9. Spośród poniższych substancji wybierz najmniej lotne produkty otrzymywane z ropy naftowej:
a) benzyna i nafta,
b) gaz ziemny,
c) oleje napędowe,
d) parafina i asfalt.

10. W wyniku reformingu następuje:
a) aromatyzacja węglowodorów,
b) izomeryzacja węglowodorów,

c) zwiększenie liczby oktanowej benzyny,
d) wszystkie odpowiedzi są poprawne.

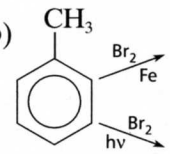
11. Uporządkuj podane związki zgodnie z rosnącą lotnością: eten, benzen, naftalen, butan.

.....

12. W celu odróżnienia alkanu od alkenu należy użyć:
a) wodnego roztworu $KMnO_4$,
b) mieszaniny nitrującej,
c) wody destylowanej,
d) wszystkie odpowiedzi są poprawne.

13. Podaj organiczne produkty następujących reakcji:

a) $CH{\equiv}CH \xrightarrow{Cl_2\ (nadmiar)}$

b) 

c) $C_2H_5OH \xrightarrow[temp.]{Al_2O_3}$

d) $C_2H_6 \xrightarrow[h\nu]{Br_2}$

14. Określ typy reakcji przedstawionych w zadaniu 13.

a	
b	
c	
d	

15. Aby otrzymać jako produkt:

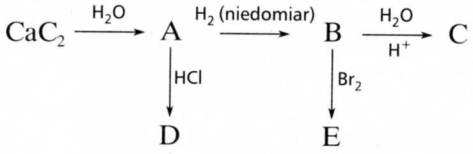
$$\left[-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\right]_n$$

należy poddać polimeryzacji:
a) acetylen, c) benzen,
b) eten, d) propen.

16. Oblicz procentowe zawartości wagowe poszczególnych pierwiastków w dichloroetanie.
%C = ...
%H = ...
%Cl = ...

17. Stosunek molowy substratów i produktów w reakcji spalania benzenu do tlenku węgla(II) i pary wodnej wynosi:
a) 1 : 5 : 6 : 4, b) 1 : 6 : 12 : 3, c) 2 : 9 : 12 : 6, d) 1 : 5 : 6 : 2.

18. Podaj wzory półstukturalne związków oznaczonych na poniższym schemacie literami: A, B, C, D, E.



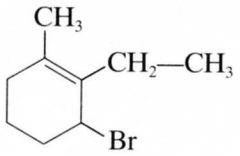
A: ..... D: .....

B: ..... E: .....

C: .....

☆ **2.169.** Wskaż jedną poprawną odpowiedź lub wpisz brakujące fragmenty tekstu albo wzory związków.

1. Związek o poniższym wzorze to:



a) 1-bromo-2-etylo-3-metylocykloheks-2-en,
b) 1-metylo-2-etylo-3-bromocykloheks-1-en,
c) 3-bromo-2-etylo-1-metylocykloheksen,
d) 1-bromo-2-etylo-3-metylocykloheksen.

2. Związek o wzorze C_4H_8 posiada:
a) 2 izomery,
b) 4 izomery,
c) 3 izomery,
d) 6 izomerów.

3. W celu odróżnienia heks-2-enu od cykloheksanu należy oba związki poddać działaniu:
a) wody bromowej,
b) mieszaniny nitrującej,
c) wody destylowanej,
d) alkoholowego roztworu KOH.

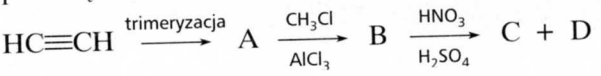
4. W wyniku reakcji benzenu z wodorem, zachodzącej w obecności platyny, powstaje:
a) heksan,
b) cykloheksan,
c) cykloheksen,
d) cykloheksyn.

5. Zapisz i zbilansuj równania następujących reakcji, uwzględniając niezbędne katalizatory:
a) nitrobenzen + chlor $\longrightarrow$
b) 1,6-dibromoheksan + Zn $\longrightarrow$
c) but-1-yn + H_2O $\longrightarrow$
d) cyklopenten + HBr $\longrightarrow$

6. Określ typy reakcji podanych w zadaniu 5:

a	
b	
c	
d	

7. Podaj wzory związków organicznych oznaczonych na poniższym schemacie za pomocą liter A, B, C, D:



A: ..... C: .....

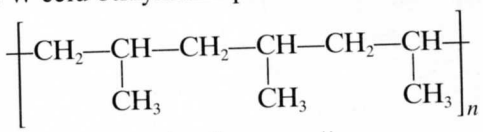
B: ..... D: .....

8. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki tworzące izomery *cis-trans*:
   a) but-1-en, pent-2-yn, cyklobutan,
   b) but-2-en, *o*-chlorobenzen, 1,3-dimetylocyklopentan,
   c) pent-2-en, 2-metylobut-2-en, 1,1-dichlorocyklopropan,
   d) heks-3-en, 1,2-dibromocyklobutan, 1,3-dimetylocykloheksan.

9. Wskaż zdanie prawdziwe:
   a) Benzen jest cieczą słabo rozpuszczalną w wodzie, naftalen natomiast jest ciałem stałym, również źle rozpuszczalnym w wodzie.
   b) Benzen i naftalen są cieczami źle rozpuszczającymi się w wodzie.
   c) Benzen jest cieczą dobrze rozpuszczalną w wodzie, a naftalen jest ciałem stałym nierozpuszczającym się w wodzie.
   d) Benzen i naftalen są ciałami stałymi, źle rozpuszczającymi się w wodzie.

10. Toluen poddano reakcji nitrowania. Stwierdzono, że reakcja ta zaszła, ponieważ:
    a) mieszanina reakcyjna straciła brunatną barwę,
    b) mieszanina reakcyjna straciła fioletową barwę,
    c) zaobserwowano wytrącenie się osadu,
    d) mieszanina reakcyjna przybrała żółtą barwę.

11. W celu otrzymania produktu o wzorze:



należy poddać polimeryzacji:
   a) metylopropen,
   b) propen,
   c) buta-1,3-dien,
   d) toluen.

12. Gęstość propanu w warunkach normalnych wynosi: .....

13. Sporządzono równomolową mieszaninę heksanu i toluenu. Stężenie procentowe heksanu w tej mieszaninie wynosi: .....

14. Pewien węglowodór zawiera wagowo 14,3% wodoru. Do całkowitego spalenia 10 dm^3 par tego węglowodoru zużyto 60 dm^3 tlenu. Wzór sumaryczny węglowodoru jest następujący:
    a) C_3H_8, b) C_3H_6, c) C_4H_{10}, d) C_4H_8.
15. W reakcji 150 g benzenu z chlorem, przebiegającej z wydajnością 80%, powstanie:
    a) 62,4 g chlorobenzenu, c) 216,3 g chlorobenzenu,
    b) 173,1 g chlorobenzenu, d) 270,4 g chlorobenzenu.

3. Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów

Reakcje alkoholi i fenoli

I. Alkohole

1. Otrzymywanie

a) addycja wody do alkenu:

$$R{-}CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} R{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

gdzie R to podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, na przykład:

$$H_3C{-}CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} H_3C{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$$

(zgodnie z regułą Markownikowa).

b) substytucja chlorowcopochodnych:

$$R{-}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH_2}}{-}CH_2 + KOH \xrightarrow{H_2O} R{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}{-}CH_2 + KX$$

gdzie R to podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, a X to chlorowiec (Cl, Br, I), na przykład:

$$CH_3{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}} + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} + KBr$$

c) metody specyficzne:

– dla metanolu: $CO + 2\,H_2 \xrightarrow{\text{katalizator}} CH_3OH$

– dla etanolu: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{drożdże}} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$

2. Reakcje

a) tworzenie alkoholanów w reakcji z sodem lub potasem:

$$2\,R{-}OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,R{-}ONa + H_2$$

na przykład:

$$2\,CH_3—OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,CH_3—ONa + H_2$$

b) eliminacja cząsteczki wody:

$$R—CH_2—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} R—CH=CH_2 + H_2O$$

gdzie R to podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, na przykład:

$$CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_2=CH_2 + H_2O$$

c) reakcja z chlorowcowodorami, prowadząca do powstania chlorowcopochodnych:

$$R—OH + HX \longrightarrow R—X + H_2O$$

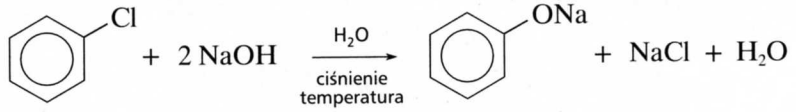
gdzie R to podstawnik alifatyczny, a X to chlorowiec (Cl, Br, I), na przykład:

$$CH_3—OH + HBr \longrightarrow CH_3—Br + H_2O$$

Reaktywność alkoholi w tej reakcji maleje w szeregu:
III-rzędowe > II-rzędowe > I-rzędowe

II. Fenole

1. Otrzymywanie

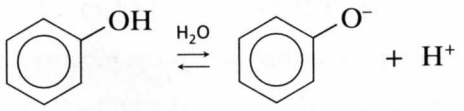


2. Reakcje

a) reakcja dysocjacji w roztworze wodnym:

$$Ar—OH \overset{H_2O}{\rightleftarrows} Ar—O^- + H^+$$

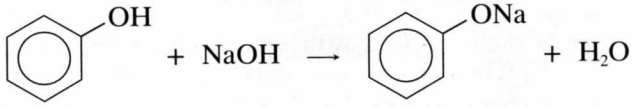
gdzie Ar to podstawnik aromatyczny, na przykład:



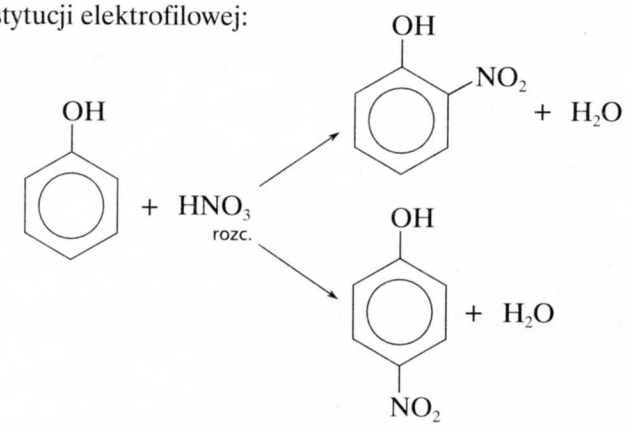
b) reakcje z zasadami:

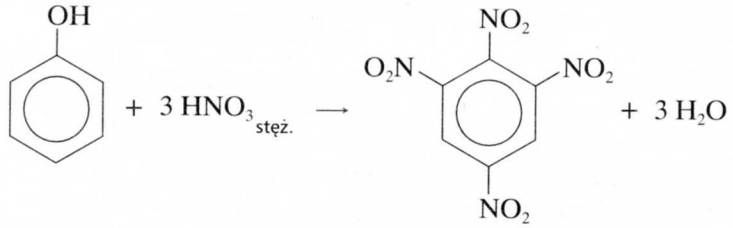
$$Ar—OH + NaOH \longrightarrow Ar—ONa + H_2O$$

gdzie Ar to podstawnik aromatyczny, na przykład:

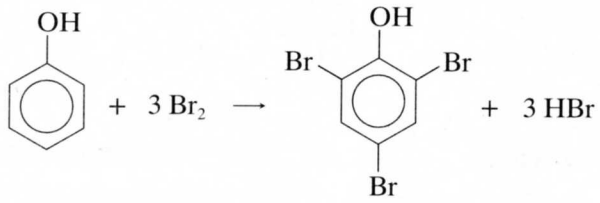


c) reakcje substytucji elektrofilowej:
nitrowanie





bromowanie



Reakcje aldehydów i ketonów

I. Aldehydy

1. Otrzymywanie

– utlenianie alkoholi I-rzędowych:

$$R{-}CH_2OH \xrightarrow{[O]} RCHO$$

gdzie R to atom wodoru, podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, na przykład:

$$CH_3CH_2OH + CuO \longrightarrow CH_3CHO + H_2O + Cu$$

2. Reakcje

a) utlenianie aldehydów do kwasów karboksylowych:

$$RCHO \xrightarrow{[O]} RCOOH$$

gdzie R jest atomem wodoru, podstawnikiem alifatycznym lub aromatycznym, na przykład:

$$CH_3CHO + 2\,CuO \longrightarrow CH_3COOH + Cu_2O$$
$$CH_3CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3COOH + 2\,Ag$$

b) redukcja aldehydów do alkoholi I-rzędowych

$$RCHO \xrightarrow{[H]} RCH_2OH$$

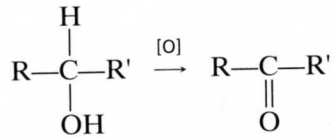
gdzie R jest atomem wodoru, podstawnikiem alifatycznym lub aromatycznym, na przykład:

$$CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2OH$$

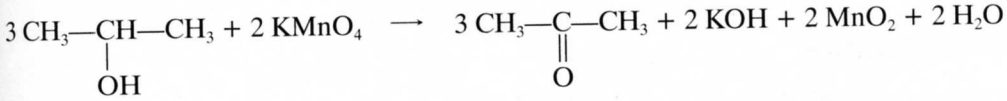
II. Ketony

1. Otrzymywanie

– utlenianie alkoholi II-rzędowych:

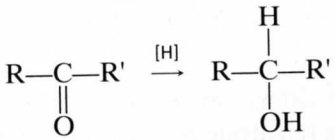


gdzie R i R' o podstawniki alifatyczne lub aromatyczne, na przykład:

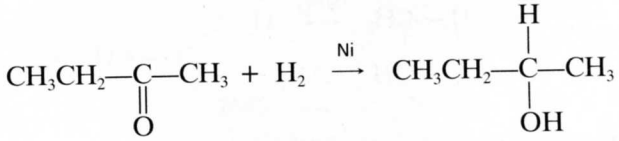


2. Reakcje

– redukcja ketonów do alkoholi II-rzędowych:



gdzie R i R' są podstawnikami alifatycznymi lub aromatycznymi, na przykład:



Reakcje kwasów karboksylowych

1. Otrzymywanie

a) utlenianie alkoholi I-rzędowych:

$$RCH_2OH \xrightarrow{[O]} RCOOH$$

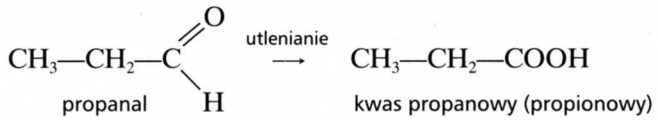
gdzie R to podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, na przykład:

$$\underset{\text{etanol}}{CH_3—CH_2OH} \xrightarrow{\text{utlenianie}} \underset{\text{kwas etanowy (octowy)}}{CH_3—COOH}$$

b) utlenianie aldehydów:

$$R{-}CHO \xrightarrow{[O]} R{-}COOH$$

gdzie R to podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, na przykład:



2. Reakcje

a) reakcje z metalami aktywnymi, na przykład z magnezem, cynkiem, żelazem:

$$2\,HCOOH + Zn \longrightarrow (HCOO)_2Zn + H_2$$

b) reakcje z zasadami, na przykład:

$$C_6H_5COOH + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O$$

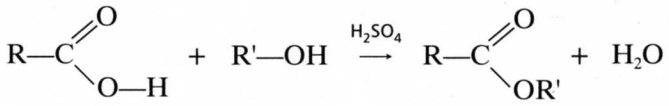
c) reakcje z tlenkami metali, na przykład:

$$CaO + 2\,CH_3COOH \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$$

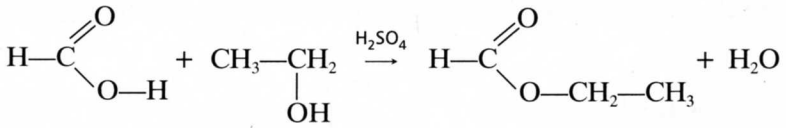
Reakcje estrów

1. Otrzymywanie

– reakcja kwasu z alkoholem, katalizowana przez stężony kwas siarkowy(VI):

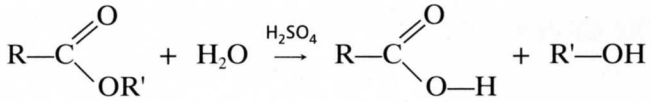


gdzie R jest podstawnikiem alifatycznym, aromatycznym lub atomem wodoru, R' jest podstawnikiem alifatycznym lub aromatycznym, na przykład:

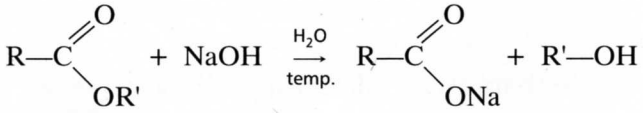


2. Reakcje

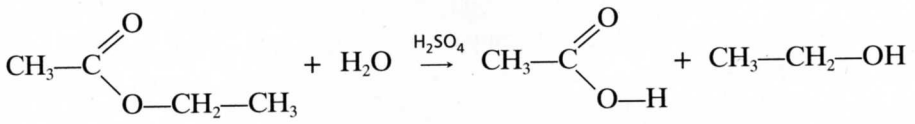
– hydroliza, czyli rozpad pod wpływem wody:



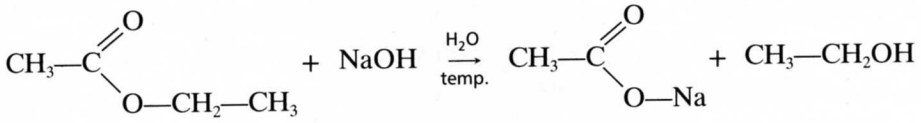
lub



gdzie R jest podstawnikiem alifatycznym, aromatycznym lub atomem wodoru, R' jest podstawnikiem alifatycznym lub aromatycznym, na przykład:



lub



Reakcje amin

1. Otrzymywanie

a) aminy alifatyczne – w reakcji chlorowcopochodnych z amoniakiem:

$$R{-}X + NH_3 \longrightarrow R{-}NH_2 + HX$$

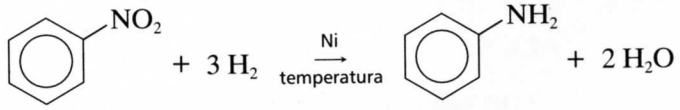
gdzie R – podstawnik alifatyczny, X – chlorowiec, na przykład:

$$C_2H_5Cl + NH_3 \longrightarrow C_2H_5NH_2 + HCl$$

b) aminy aromatyczne – w wyniku redukcji nitropochodnych:

$$Ar{-}NO_2 + 3\,H_2 \xrightarrow{Ni} ArNH_2 + 2\,H_2O$$

gdzie Ar to podstawnik aromatyczny, na przykład:



2. Reakcje

Właściwości zasadowe:

a) reakcja z wodą:

$$R{-}NH_2 + H_2O \longrightarrow R{-}NH_3^+ + OH^-$$

gdzie R to podstawnik aromatyczny lub alifatyczny, na przykład:

$$CH_3{-}NH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3{-}NH_3^+ + OH^-$$

b) reakcja z kwasem:

$$R{-}NH_2 + HX \longrightarrow RNH_3^+X^-$$

gdzie R – podstawnik alifatyczny lub aromatyczny, X – reszta kwasowa, na przykład:

$$C_2H_5{-}NH_2 + HBr \longrightarrow C_2H_5{-}NH_3^+Br^-$$

Alkohole jednowodorotlenowe i wielowodorotlenowe

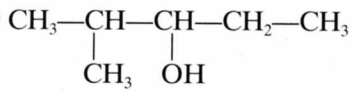
3.1. Napisz wzory półstrukturalne trzech najprostszych homologów metanolu.

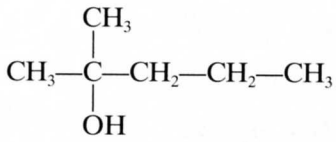
3.2. Napisz wzory półstrukturalne następujących alkoholi:

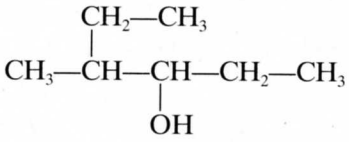
a) 2-metylopropan-1-olu,
b) 2,2-dimetylobutan-1-olu,
c) 3-etylopentan-3-olu,
d) 2-fenyloetanolu,
☆ e) cyklopentanolu,
☆ f) but-3-yn-2-olu,
☆ g) pent-2-en-1-olu,
☆ h) 2-metylocykloheksanolu.

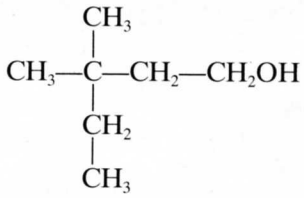
3.3. Podaj nazwy następujących alkoholi oraz określ ich rzędowość:

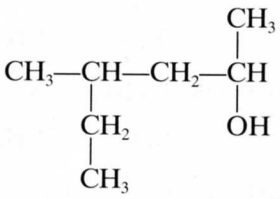
a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH$

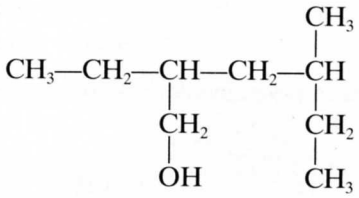
b) 

c) 

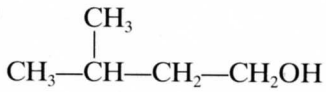
d) 

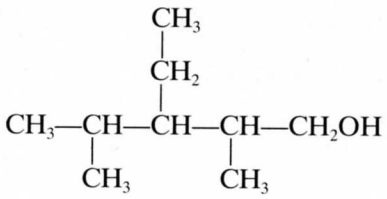
e) 

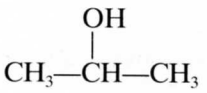
f) 

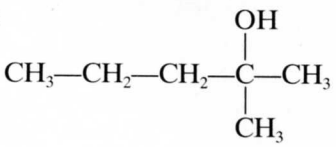
g) 

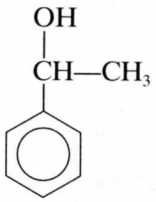
3.4. Podaj nazwy systematyczne następujących alkoholi oraz określ ich rzędowość:

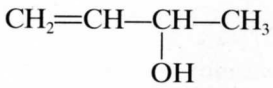
a) 

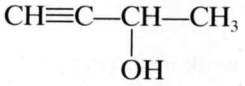
b) 

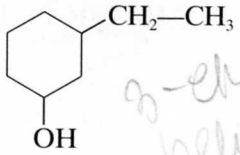
c) 

d) 

e) 

☆ f) 

☆ g) 

☆ h) 

3.5. Podaj wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne wszystkich izomerycznych alkoholi o wzorze $C_5H_{12}O$.

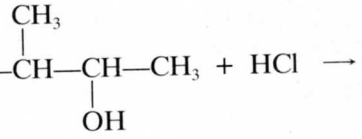
3.6. Zapisz równania reakcji spalania propanolu i butanolu do:
a) tlenku węgla(IV) i pary wodnej,
b) tlenku węgla(II) i pary wodnej.

3.7. Dokończ następujące równania reakcji, uwzględniając niezbędne katalizatory:

a) $CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2O \longrightarrow$

b) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2Cl + NaOH \xrightarrow{H_2O}$

c) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + Na \longrightarrow$

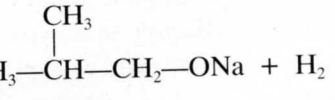
d) 

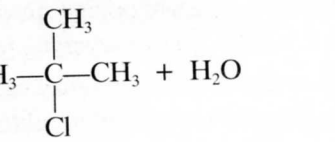
e) $CH_3{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3}$

3.8. Uzupełnij substraty w podanych równaniach reakcji, wpisz współczynniki stechiometryczne i niezbędne katalizatory.

a) ..... $\xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3}$ $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 + H_2O$

b) ..... + ... $\longrightarrow$ $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + NaCl$

c) ..... + ... $\longrightarrow$ 

d) ..... + ... $\longrightarrow$ 

e) ..... $\longrightarrow$ $CH_3{-}O{-}CH_3 + H_2O$

☆f) ..... $\xrightarrow{\text{biokatalizatory}}$ $CH_3{-}CH_2OH + CO_2$

3.9. Zapisz równania reakcji przedstawionych poniższymi schematami:
a) propan $\longrightarrow$ 1-chloropropan $\longrightarrow$ propan-1-ol $\longrightarrow$ propan-1-olan potasu,
b) but-2-en $\longrightarrow$ butan-2-ol $\longrightarrow$ 2-chlorobutan,
c) butan-1-ol $\longrightarrow$ but-1-en $\longrightarrow$ butan-2-ol,
d) propan-1-ol $\longrightarrow$ propen $\longrightarrow$ 2-chloropropan $\longrightarrow$ propan-2-ol.

3.10. Uzupełnij poniższe schematy, wpisując w miejsce liter A, B, C, D wzory odpowiednich związków organicznych:

a) etan $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ A $\xrightarrow[H_2O]{NaOH}$ B $\xrightarrow{Na}$ C

b) A $\xrightarrow{HBr}$ B $\xrightarrow[H_2O]{NaOH}$ butan-2-ol

c) but-1-yn $\xrightarrow[Pt]{H_2\ (\text{niedomiar})}$ A $\xrightarrow[H^+]{H_2O}$ B $\xrightarrow{HBr}$ C, B $\xrightarrow{K}$ D

☆ **3.11.** Wpisz w miejsce liter A, B, C, D wzory odpowiednich związków organicznych, wiedząc, że A jest węglowodorem:

$$A \xrightarrow{HBr} B \xrightarrow{Na} C \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} D \xrightarrow[H_2O]{KOH} \text{butan-1-ol}$$

3.12. Zaproponuj metody otrzymywania:
a) etanolanu sodu, mając do dyspozycji karbid i inne odczynniki nieorganiczne,
☆ b) metanolu, mając do dyspozycji węglik glinu i inne odczynniki nieorganiczne,
☆ c) butan-2-olu, mając do dyspozycji węglik wapnia i inne odczynniki nieorganiczne,
☆ d) fenylometanolu, mając do dyspozycji benzen, metan i dowolne odczynniki nieorganiczne.

☆ **3.13.** Podaj wzory produktów, jakie mogą powstać w wyniku odwadniania mieszaniny z etanolu i metanolu za pomocą stężonego wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI).

☆ **3.14.** Wyjaśnij, dlaczego etanol jest dobrze rozpuszczalny w wodzie, podczas gdy etan rozpuszcza się w wodzie bardzo słabo.

☆ **3.15.** Korzystając z danych zawartych w tablicach chemicznych, podaj, jak zmienia się temperatura wrzenia i rozpuszczalność w wodzie *n*-alkanoli wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w ich cząsteczkach. Wyjaśnij przyczyny tych zmian.
Uwaga: *n*-alkanole to nasycone alkohole I-rzędowe, pochodne metanolu, o nierozgałęzionym łańcuchu węglowym.

☆ **3.16.** Korzystając z tablic chemicznych, porównaj temperatury wrzenia *n*-alkanów i *n*-alkanoli, zawierających w cząsteczce od 1 do 5 atomów węgla. Z czego wynikają różnice między temperaturami wrzenia tych związków?
Uwaga: *n*-alkanole to nasycone alkohole I-rzędowe, pochodne metanolu, o nierozgałęzionym łańcuchu węglowym.

3.17. Wyjaśnij, na czym polega zjawisko kontrakcji, zachodzące podczas mieszania etanolu z wodą. Co jest przyczyną tego zjawiska?

3.18. W ciekłym etanolu między cząsteczkami występują wiązania wodorowe. Przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych, w jaki sposób dwie cząsteczki etanolu łączą się ze sobą wiązaniem wodorowym.

☆ **3.19.** Wyjaśnij, w jaki sposób za pomocą próby Lucasa można określić rzędowość badanego alkoholu.

☆ **3.20.** Zaproponuj, jak doświadczalnie odróżnić metanol od butan-1-olu, wykorzystując ich właściwości:
a) fizyczne,
b) chemiczne.

3.21. Oblicz, ile kilogramów glukozy uległo fermentacji alkoholowej, jeżeli otrzymano 11,5 kg etanolu, a wydajność procesu wynosiła 84%.

3.22. Oblicz, ile metrów sześciennych etylenu (odmierzonego w warunkach normalnych) potrzeba do wyprodukowania 250 kg spirytusu, będącego 95% wodnym roztworem etanolu.

☆ **3.23.** Podaj wzór sumaryczny alkoholu monohydroksylowego zawierającego wagowo 64,9% węgla i 13,5% wodoru.

☆ **3.24.** Wyznacz wzór sumaryczny alkoholu monohydroksylowego, jeżeli wiesz, że do całkowitego spalenia 0,1 mola tego związku zużyto 16,8 dm^3 tlenu (w warunkach normalnych), otrzymując 10,8 g wody. Podaj wzory półstukturalne trzech dowolnych izomerów tego związku oraz ich nazwy.

☆ **3.25.** Wyznacz wzór sumaryczny alkoholu monohydroksylowego, jeżeli wiesz, że w reakcji 3,7 g tego związku z sodem otrzymano 560 cm^3 wodoru (w warunkach normalnych).

☆ **3.26.** Stosunek mas węgla, wodoru i tlenu w cząsteczce alkoholu wynosi 9 : 2 : 4. Wyznacz wzór sumaryczny najprostszego alkoholu spełniającego ten warunek oraz podaj wzory i nazwy jego dwu izomerów.

3.27. Podaj nazwy systematyczne następujących alkoholi polihydroksylowych:

a) $CH_2(OH)-CH_2(OH)$

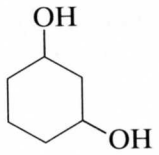
b) $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_3$

c) $CH_2(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

d) $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

e) $CH_3-CH(OH)-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_3$

☆ f)



3.28. Narysuj wzory półstrukturalne następujących związków:

a) propano-1,3-diolu,
b) butano-1,2-diolu,
c) butano-1,2,3-triolu,
d) 2,4-dimetylopentano-1,3,5-triolu,
e) butano-1,2,3,4-tetraolu,
☆ f) cyklopentano-1,3-diolu,
☆ g) cykloheksano-1,3,5-triolu.

3.29. Dokończ równania reakcji:

a) $CH_2(OH)-CH_2(OH) + K \rightarrow$

b) $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) + Na \rightarrow$

☆ c) $CH_2(OH)-CH_2(OH) + Cu(OH)_2 \rightarrow$

3.30. Zaproponuj metodę otrzymywania:

a) etano-1,2-diolu z chloroetanu i dowolnych związków nieorganicznych,
☆ b) cykloheksano-1,2-diolu z benzenu i dowolnych związków nieorganicznych.

3.31. Eten można utlenić do etano-1,2-diolu według schematu:

$$CH_2{=}CH_2 \xrightarrow[H_2O]{KMnO_4} \underset{OH}{\overset{}{CH_2}}\!\!-\!\!\underset{OH}{\overset{}{CH_2}}$$

Oblicz, ile moli etano-1,2-diolu powstanie w wyniku utlenienia 200 cm^3 etenu odmierzonego w warunkach normalnych.

☆ **3.32.** Produkcja glicerolu z propenu przebiega według schematu:

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow[temp.]{Cl_2} \underset{Cl}{\overset{}{CH_2}}{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow[H_2O]{NaOH} \underset{OH}{\overset{}{CH_2}}{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow[H_2O]{H_2O_2} \begin{matrix} CH_2{-}OH \\ | \\ CH{-}OH \\ | \\ CH_2{-}OH \end{matrix}$$

Oblicz objętość propenu (w warunkach normalnych) potrzebną do otrzymania 500 kg 90-procentowego wodnego roztworu glicerolu, zakładając, że poszczególne procesy przebiegają z następującą wydajnością: I etap – 80%, II etap – 92%, III etap – 85,5%.

☆ **3.33.** W wyniku całkowitego spalenia 4,5 g alkoholu polihydroksylowego otrzymano 4,48 dm^3 CO_2 (odmierzonego w warunkach normalnych) i 4,5 g wody. Ustal wzór sumaryczny tego alkoholu, jeżeli jego masa molowa wynosi 90 g/mol.

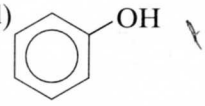
Fenole

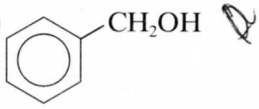
3.34. Wskaż, które z poniższych wzorów są wzorami alkoholi, a które wzorami fenoli.

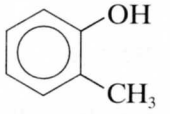
a) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}OH$

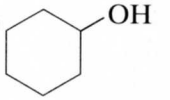
b) $CH_3{-}\underset{OH}{\overset{}{CH}}{-}CH_3$

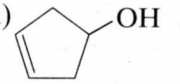
c) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_2OH$

d) 

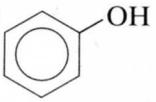
e) 

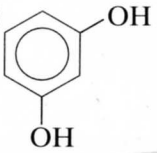
f) 

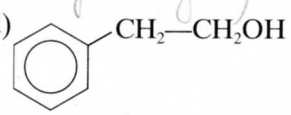
☆ g) 

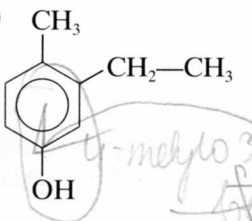
☆ h) 

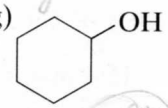
3.35. Podaj nazwy poniższych związków i określ, które z nich są alkoholami, a które fenolami.

a) 

b) 

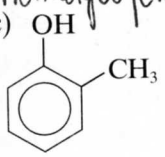
d) 

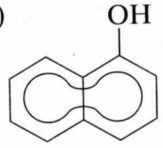
e) 

☆ g) 

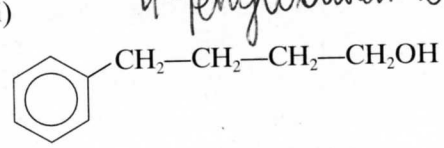
h) 

o-chlorofenol

c) 

f) 

☆ i) 4-fenylobutan-1-ol



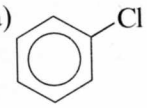
3.36. Napisz wzory półstrukturalne związków o nazwach:

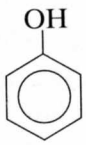
a) benzeno-1,2-diol,
b) *o*-chlorofenol,
c) *m*-nitrofenol (3-nitrobenzenol),
d) benzeno-1,4-diol (hydrochinon),
e) 2-naftol,
f) 3-chloro-4-nitrofenol.

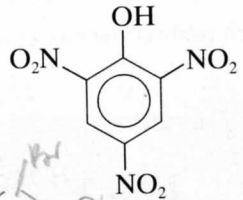
3.37. Napisz wzory wszystkich izomerów podanych związków, zawierających w cząsteczce pierścień aromatyczny i grupę hydroksylową:

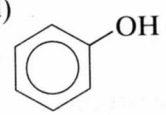
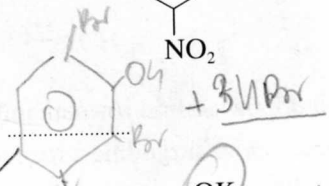
a) C_7H_8O,
b) $C_8H_{10}O$.

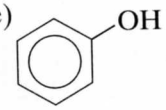
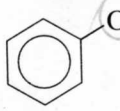
3.38. Uzupełnij poniższe równania reakcji, wpisując odpowiednie reagenty i współczynniki stechiometryczne oraz uwzględniając niezbędne katalizatory:

a)  + NaOH $\xrightarrow[\text{temp.}]{\text{ciśn.}}$ ..... + ... + ...

b) ..... + HCl $\longrightarrow$  + ...

c) ..... + $HNO_{3\,(stęż.)}$ $\longrightarrow$  + H_2O

d)  + Br_2 $\longrightarrow$ 

e)  + KOH $\longrightarrow$  + H_2O

3.39. Uzupełnij poniższe schematy, wpisując wzory związków organicznych w miejsce liter:

a) benzen $\xrightarrow[\text{Fe}]{Br_2}$ A $\xrightarrow[H_2SO_4]{HNO_3}$ B $\xrightarrow[\text{ciśn., temp.}]{\text{NaOH}}$ D $\xrightarrow{\text{HCl}}$ F
C $\xrightarrow[\text{ciśn., temp.}]{\text{NaOH}}$ E $\xrightarrow{\text{HCl}}$ G

b) benzen $\xrightarrow[AlCl_3]{CH_3Cl}$ A $\xrightarrow[\text{Fe}]{Cl_2}$ B $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ D $\xrightarrow[\text{ciśn., temp.}]{\text{NaOH}}$ F
C $\xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$ E $\xrightarrow[\text{ciśn., temp.}]{\text{NaOH}}$ G

3.40. Zapisz stechiometryczne równania reakcji przebiegających według schematów:
a) benzen $\longrightarrow$ chlorobenzen $\longrightarrow$ fenolan potasu $\longrightarrow$ fenol $\longrightarrow$ 2,4,6-tribromofenol,
☆ b) $CaC_2 \longrightarrow C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5Br \longrightarrow C_6H_5ONa \longrightarrow C_6H_5OH$.

3.41. Dla propan-2-olu i fenolu zapisz równania następujących reakcji lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi:
a) reakcja z zasadą sodową,
b) reakcja ze stężonym kwasem solnym,
c) odwodnienie za pomocą Al_2O_3.

3.42. Zapisz stechiometryczne równania poniższych reakcji lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi:
a) 1-naftol + KOH $\longrightarrow$
b) etanolan wapnia + HCl $\longrightarrow$
c) benzeno-1,4-diol + $HNO_{3\,(rozc.)}$ $\longrightarrow$
d) *o*-metylofenol + HBr $\longrightarrow$
e) propan-1-olan potasu + H_2O $\longrightarrow$
f) benzeno-1,2-diolan disodu + H_2O $\longrightarrow$
g) etano-1,2-diolan dipotasu + H_2O $\longrightarrow$

3.43. Zaproponuj metody otrzymywania:
a) *o*-nitrofenolu z benzenu i dowolnych związków nieorganicznych,
b) 2,4,6-trinitrofenolu z benzenu i dowolnych związków nieorganicznych,
☆ c) cykloheksanolu z bromobenzenu i dowolnych związków nieorganicznych,
☆ d) *m*-nitrofenolu z benzenu i dowolnych związków nieorganicznych.

3.44. Określ odczyny wodnych roztworów następujących związków:
a) etanolu,
b) glicerolu,
c) etanolanu sodu,
d) fenolu,
e) fenolanu potasu.
Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi równaniami reakcji.

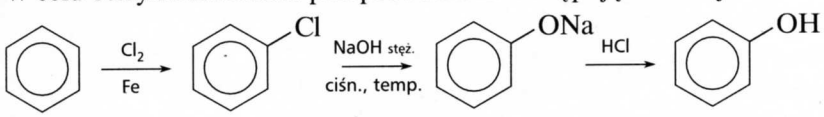
3.45. Uporządkuj następujące związki zgodnie z rosnącą temperaturą wrzenia:
a) 2-naftol, benzen, fenol,
b) metanol, fenol, butan-1-ol,
c) benzeno-1,2-diol, etan, etanol.
Uzasadnij odpowiedź.

3.46. Zaproponuj doświadczenia, dzięki którym odróżnisz poniższe związki:
a) wodne roztwory etanolu i fenolu,
b) fenolan potasu i etanolan potasu,
c) etanol i etano-1,2-diol,
☆ d) prop-2-en-1-ol i propan-1-ol.
Zapisz równania odpowiednich reakcji.

3.47. Oblicz stężenie procentowe roztworu otrzymanego w wyniku rozpuszczenia 0,25 mola fenolu w 500 g alkoholu etylowego.

☆ **3.48.** W wyniku nitrowania fenolu za pomocą stężonego wodnego roztworu kwasu azotowego(V) powstaje 2,4,6-trinitrofenol, nazywany też kwasem pikrynowym. Oblicz masę kwasu pikrynowego powstałego w wyniku nitrowania 20 g fenolu, jeśli wydajność procesu wynosiła 80%.

☆ **3.49.** W celu otrzymania fenolu przeprowadzono następujące reakcje:



Oblicz, jaką masę benzenu, użyto do otrzymania 3 kg fenolu, jeśli wydajność kolejnych etapów syntezy fenolu była następująca: I etap – 75%, II etap – 72%, III etap – 98%.

☆ **3.50.** Ustal wzór sumaryczny najprostszego fenolu, zawierającego wagowo 65,4% węgla, 5,5% wodoru oraz tlen. Zaproponuj wzór strukturalny tego związku, wiedząc, że w wyniku nitrowania za pomocą rozcieńczonego wodnego roztworu kwasu azotowego(V) powstaje tylko jedna nitropochodna.

☆ **3.51.** Pewien homolog benzenolu poddano reakcji z wodorem, przebiegającej w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem. W reakcji tej na 5 g fenolu zużyto 3,11 dm^3 wodoru (odmierzonego w warunkach normalnych). Ustal wzór sumaryczny tego fenolu i podaj wzory strukturalne wszystkich jego izomerów, spełniających warunki zadania.

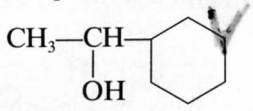
Zadania testowe

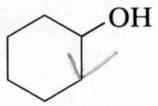
3.52.

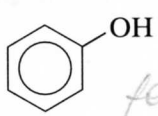
1. Z podanych wzorów wybierz te, które przedstawiają alkohole:

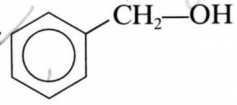
I. $CH_3—CH_2—OH$

II. $CH_2=CH—CH_2—OH$

III. 

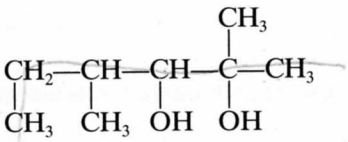
IV. 

V. 

VI. 

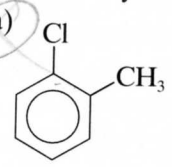
a) I, II, III, IV, VI, b) V, III, VI, c) III, IV, V, VI, d) I, II.

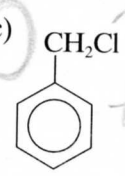
2. Wskaż prawidłową nazwę związku określonego poniższym wzorem:

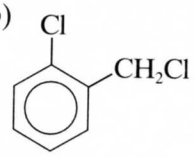


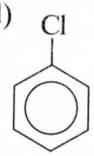
a) 3,5-dimetyloheksano-4,5-diol,
b) 2,4,5-trimetylopentano-2,3-diol,
c) 1,2,4-trimetylopentano-3,4-diol,
d) 2,4-dimetyloheksano-2,3-diol.

3. Oblicz objętość tlenku węgla(IV) potrzebną do wydzielenia 4,7 g fenolu z roztworu fenolanu sodowego:
   a) 0,224 dm^3,
   b) 2,24 dm^3,
   c) 5,6 dm^3,
   d) 0,56 dm^3.
4. W reakcji 2,25 g alkanolu dihydroksylowego z potasem otrzymano 0,56 dm^3 wodoru. Alkoholem tym jest:
   a) butanodiol,
   b) etanodiol,
   c) propanodiol,
   d) pentanodiol.
5. Spośród podanych reakcji wybierz proces otrzymywania etanolu:
   a) fermentacja glukozy,
   b) zasadowa hydroliza chloroetanu,
   c) addycja wody do etenu,
   d) wszystkie odpowiedzi są prawidłowe.
6. Z podanych wzorów związków wybierz ten, który należy połączyć z NaOH, aby powstał fenylometanol:

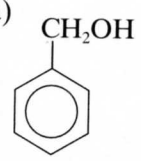
a) 

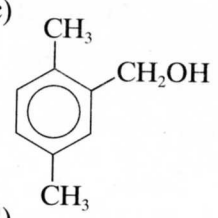
c) 

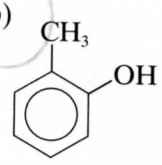
b) 

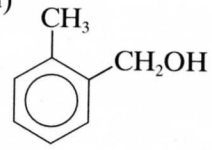
d) 

7. Który z poniżej zapisanych związków reaguje z NaOH?

a) 

c) 

b) 

d) 

8. Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach nasyconych alkoholi monohydroksylowych:
   a) maleje gęstość alkoholi,
   b) rośnie lotność alkoholi,
   c) rośnie temperatura wrzenia alkoholi,
   d) rośnie rozpuszczalność alkoholi w wodzie.

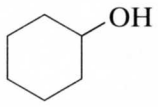
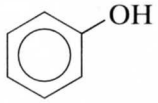
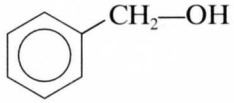
9. Który z alkoholi: butanol, fenol, fenylometanol, 1,2-butanodiol, glicerol, etanol, powoduje rozpuszczenie wodorotlenku miedzi(II) i utworzenie roztworu o barwie lazurowej?
   a) fenol i fenylometanol,
   b) butanol i glicerol,
   c) glicerol i 1,2-butanodiol,
   d) 1,2-butanodiol i etanol.
10. Uzupełnij równania reakcji:
    a) $C_6H_5OH \overset{H_2O}{\rightleftharpoons}$ ..... + ...
    b) ..... $\overset{Al_2O_3,\ temp.}{\longrightarrow} CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2O$
    c) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + HBr \longrightarrow$ ..... + ...
11. Która z poniższych reakcji jest charakterystyczna tylko dla fenoli?
    a) $ROH + Na \longrightarrow RONa + \frac{1}{2}H_2$
    b) $ROH + HCl \longrightarrow RCl + H_2O$
    c) $ROH + HNO_3 \overset{H_2SO_4}{\longrightarrow} R(OH)NO_2 + H_2O$
    d) Wszystkie odpowiedzi są poprawne.
12. Podaj nazwy związków oznaczonych literami X, Y, Z, jeżeli zachodzą przemiany opisane schematem:

$$C_3H_6 \overset{Br_2}{\longrightarrow} X \overset{NaOH,\ H_2O}{\longrightarrow} Y \overset{Na}{\longrightarrow} Z$$

	X	Y	Z
a)	1-bromopropan	propan-1-ol	propan-1-olan sodu
b)	1,2-dibromopropan	propano-1,2-diol	propano-1,2-diolan disodu
c)	2-bromopropan	propan-2-ol	propan-2-olan sodu
d)	1,3-dibromopropan	propano-1,3 diol	propano-1,3 diolan disodu

13. Wskaż substancję, której wodny roztwór ma odczyn kwaśny:
    a) glikol,
    b) fenolan sodu,
    c) metanol,
    d) fenol.
14. Zaproponuj doświadczenie, dzięki któremu odróżnisz wodny roztwór etanolanu sodu od wodnego roztworu gliceryny.

☆ **3.53.**

1. Wśród podanych wzorów wskaż ten, który przedstawia najmniej trwały związek:
   a) $CH_3—CH_2—OH$
   b) $CH_2=CH—CH_2—OH$
   c) $CH_2=CH—OH$
   d) 
   e) 
   f) 
2. Wśród wymienionych związków wskaż te, które powodują rozpuszczenie wodorotlenku miedzi(II) i utworzenie roztworu o barwie ciemnoniebieskiej:
   a) fenol i fenylometanol,
   b) glicerol i butano-1,4-diol,
   c) glicerol i etanol,
   d) glicerol i butano-1,2-diol.
3. W wyniku spalenia 1 dm^3 par nasyconego alkoholu w 4 dm^3 tlenu otrzymano 3 dm^3 tlenku węgla(IV) oraz 4 dm^3 pary wodnej (objętości gazów wyznaczono w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia). Wyznacz wzór sumaryczny alkoholu i zaproponuj wzory półstrukturalne jego izomerów.
4. Z podanych niżej alkoholi wybierz te, które tworzą izomery *cis-trans*:
   a) cyklopentano-1,3-diol i pent-2-en-1,4-diol,
   b) pentano-1,2-diol i propano-1,2-diol,
   c) pent-2-en-1,4-diol,
   d) wszystkie.
5. W celu odróżnienia fenolu od toluenu należy:
   a) oba związki rozpuścić w wodzie i zbadać zabarwienie wodnego roztworu, gdyż fenol jest związkiem barwnym,
   b) do obu związków dodać roztwór kwasu azotowego(V) i porównać szybkość nitrowania, gdyż fenol jest bardziej reaktywny,
   c) oba związki poddać działaniu wysokiej temperatury, gdyż toluen pod wpływem wysokiej temperatury się rozkłada,
   d) porównać rozpuszczalność obu związków w naftalenie, gdyż fenol lepiej się rozpuszcza w tym rozpuszczalniku.
6. Nitrowanie *o*-nitrofenolu prowadzi do otrzymania mieszaniny:
   a) 2,3-dinitrofenolu i 3,4-dinitrofenolu,
   b) *o*-dinitrofenolu i *p*-dinitrofenolu,
   c) 2,4-dinitrofenolu i 2,6-dinitrofenolu,
   d) 3,5-dinitrofenolu i 3,4-dinitrofenolu.

7. Porównując własności kwasowe fenolu, glicerolu i 2,4,6-trinitrofenolu, można stwierdzić, że:
   a) najsłabiej kwasowy jest 2,4,6-trinitrofenolu, a najbardziej – fenol,
   b) najbardziej kwasowy jest 2,4,6-trinitrofenolu, a najsłabiej – glicerol,
   c) najbardziej kwasowy jest fenol, a najsłabiej – glicerol,
   d) najsłabiej kwasowy jest fenol, a najbardziej – glicerol.
8. W wyniku odwodnienia etanolu za pomocą kwasu siarkowego(VI) jako produkt uboczny powstaje:
   a) eter, c) etyn,
   b) etan, d) butan.
9. Wybierz rozpuszczalnik, w którym rozpuści się największa ilość wodorotlenku sodu:
   a) benzen, c) chloroform,
   b) heksan, d) etanol.
10. Przeprowadzono cykl reakcji opisanych poniższym schematem:

$$CH_3OH \xrightarrow{X} CH_3Cl \xrightarrow{Y} CH_3{-}CH_3 \xrightarrow{Z} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Q} CH_3{-}CH_2OH$$

Określ, jakie warunki reakcji i jakie reagenty odpowiadają literom X, Y, Z, Q.

	X	Y	Z	Q
a)	chlor i światło	metaliczny cynk	stężony HCl	etanol i KOH
b)	stężony HCl	wodór i nikiel	chlor i temperatura	woda i KOH
c)	stężony HCl	metaliczny sód	chlor i światło	woda i KOH
d)	stężony HCl	metaliczny nikiel	chlor i światło	etanol i KOH

Aldehydy i ketony

3.54. Podaj wzory półstrukturalne wszystkich możliwych alkanali o następujących wzorach sumarycznych:
a) C_3H_6O, b) C_4H_8O, c) $C_5H_{10}O$.

3.55. Podaj nazwy systematyczne następujących związków:

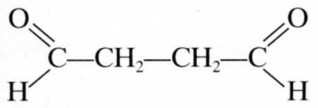
a) $CH_3{-}CHO$

b) $CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CHO$

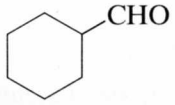
c) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CHO$

d) $CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CHO$

☆ e)



☆ f)



3.56. Napisz wzory półstrukturalne następujących aldehydów:
a) 2-metylobutanalu,
b) 3,3-dimetylopentanalu,

c) heks-4-enalu,
d) propenalu,
e) 2-bromopropanalu,
f) 2,2-dibromopent-4-ynalu.

3.57. Napisz wzór półstrukturalny alkoholu, który należy utlenić, aby otrzymać następujący aldehyd:

a) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CHO$

b) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CHO}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

c) butanodial,
d) 2,4-dimetylopentanal.

3.58. Akroleina jest aldehydem powstającym podczas intensywnego ogrzewania tłuszczów. Ustal jej wzór sumaryczny i strukturalny, wiedząc, że masa molowa tego związku wynosi 56 $g \cdot mol^{-1}$, a węgiel stanowi w nim 64,3%.

3.59. W poniższych równaniach uzupełnij brakujące reagenty i współczynniki stechiometryczne. Jeśli to konieczne, zaznacz nad strzałką rodzaj użytego katalizatora:

a) $CH_3OH + CuO \longrightarrow$ ..... + ... + ...

b) ..... + ... $\longrightarrow CH_3CH_2CHO + Cu +$ .....

c) $CH_3CHO + Ag_2O \xrightarrow{temp.}$ ..... + ...

d) ..... + ... $\longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCOOH + Ag$

e) ..... + $Cu(OH)_2 \xrightarrow{temp.} CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2COOH +$ ..... + ...

f) $CH_3CHO + H_2 \longrightarrow$ .....

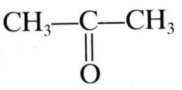
g) ..... + $H_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH$

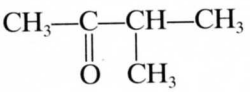
☆ h) $HC\equiv CH + H_2O \longrightarrow$ .....

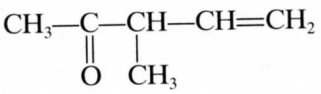
3.60. Podaj wzory półstrukturalne ketonów o następujących nazwach:

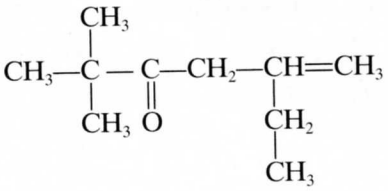
a) butan-2-on,
b) 3-etylopentan-2-on,
c) cykloheksanon,
d) pent-4-en-2-on,
e) 2,2,5-trimetyloheksan-3-on.

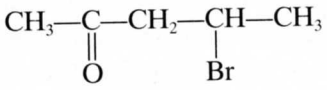
3.61. Podaj nazwy systematyczne następujących związków:

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

3.62. Podaj po dwa wzory półstrukturalne związku o składzie $C_5H_{10}O$, przyjmując, że:

a) zawiera on grupę aldehydową, a najdłuższy łańcuch węglowy składa się z 5 lub 3 atomów węgla,

b) zawiera on grupę karbonylową, a najdłuższy łańcuch węglowy składa się z 5 lub 4 atomów węgla.

3.63. W wyniku utleniania 1200 g 40-procentowego roztworu propan-2-olu otrzymano 400 g acetonu, stosowanego jako rozpuszczalnik. Oblicz wydajność reakcji.

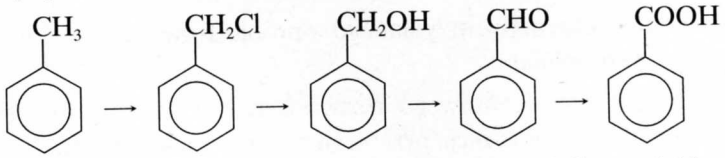
3.64. Formalina, czyli 35–40-procentowy wodny roztwór metanalu, stosowana jest do przechowywania preparatów biologicznych. Ile dm^3 metanalu należy rozpuścić w 700 g wody w celu otrzymania roztworu formaliny o stężeniu 38%.

3.65. Posługując się wzorami półstrukturalnymi, napisz równania reakcji przedstawione schematem:

a) $C_4H_9OH \longrightarrow C_3H_7CHO \longrightarrow CH_3CH(CH_3)COOH$

b) $C_3H_7Cl \longrightarrow C_3H_7OH \longrightarrow CH_3COCH_3$

c) $C_2H_6 \longrightarrow C_2H_5Br \longrightarrow C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4O$

d) 

3.66. Podaj wzory półstrukturalne związków oznaczonych literami, biorących udział w reakcjach przedstawionych za pomocą następujących schematów:

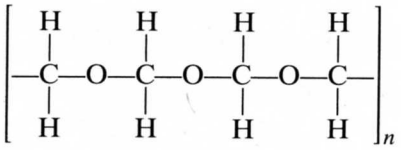
a) $C_2H_2 \xrightarrow[Ni]{H_2} X \xrightarrow{H_2O} Y \xrightarrow{CuO} Z$

b) $C_2H_2 \xrightarrow{H_2O} X \xrightarrow{Ag_2O} Y$

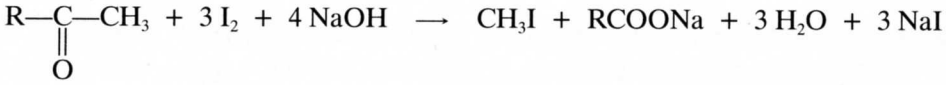
c) $C_2H_2 \xrightarrow{\text{trimeryzacja}} X \xrightarrow[AlCl_3]{CH_3Cl} Y \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2} Z \xrightarrow{KOH} L \xrightarrow{[O]} M$

d) $X \xrightarrow{HBr} Y \xrightarrow[H_2O]{KOH} Z \xrightarrow{CuO} CH_3COCH_3$

3.67. Napisz wzór i podaj nazwę związku, który uległ polimeryzacji, w wyniku czego powstał poniższy polimer:

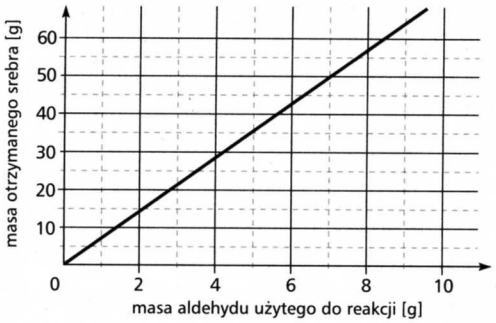


3.68. Próba jodoformowa pozwala na określenie położenia grupy karbonylowej w cząsteczce, gdyż keton ogrzewany zasadowym roztworem jodu ulega rozpadowi na sól odpowiedniego kwasu i jodoform zgodnie z ogólnym równaniem:



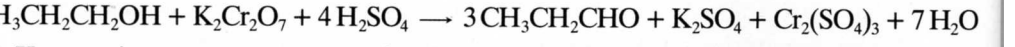
Podaj, ile różnych cząsteczek ketonu spełnia warunki zadania, jeżeli masa molowa otrzymanej soli sodowej wynosi 110 g/mol. Napisz wzory izomerów ketonu, który uległ próbie jodoformowej.

3.69. Korzystając z zamieszczonego poniżej wykresu, który przedstawia zależność masy wydzielanego w próbie Tollensa srebra od masy reagującego aldehydu, wyznacz liczbę atomów węgla w tym aldehydzie.



3.70. Sporządź wykres zależności masy otrzymanego w próbie Trommera tlenku miedzi(I) od masy reagującego propanalu.

3.71. Ile potrzeba gramów 40-procentowego roztworu $K_2Cr_2O_7$, żeby utlenienić 90 g C_3H_7OH do propanalu, jeżeli reakcja przebiega zgodnie z równaniem:



3.72. Korzystając z temperatur wrzenia odczytanych w odpowiednich tablicach, porównaj lotność etanolu, etanalu i etanu. Wyjaśnij przyczyny różnic lotności tych związków, analizując budowę ich cząsteczek.

3.73. Zaproponuj doświadczenia, dzięki którym można odróżnić:

a) propanal od propanonu,

b) heksan, aceton i butanal,

c) aldehyd benzoesowy od etanalu.

3.74. W reakcji spalania 0,05 mola ketonu otrzymano 4,48 dm^3 tlenku węgla(IV) i 3,6 g wody. Wyznacz wzór sumaryczny ketonu oraz podaj jego nazwę i wzór strukturalny (objętość gazu zmierzono w warunkach normalnych).

3.75. Podaj wzór sumaryczny i nazwę aldehydu, który w reakcji utleniania tworzy nasycony kwas monokarboksylowy o masie molowej 74 g/mol.

3.76. Oblicz objętość par acetonu, wiedząc, że na ich całkowite spalenie zużyto 1,12 m^3 powietrza (objętości obu gazów zmierzono w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury). W obliczeniach należy przyjąć, że tlen stanowi 21% objętościowych powietrza.

☆ **3.77.** Wyznacz wzór sumaryczny ketonu, jeżeli 4,3 g tego związku jest zawarte w 50 cm^3 1-molowego roztworu alkoholowego. Zaproponuj możliwe izomery tego związku.

☆ **3.78.** Napisz po jednym przykładzie związku czterowęglowego, należącego do:
a) ketonów, b) aldehydów, c) hemiacetali, d) enoli.

☆ **3.79.** Dokończ poniższe równania reakcji, zaznaczając nad strzałką – jeśli to konieczne – obecność katalizatora:

a) $HC{\equiv}C{-}CH_3 + H_2O \longrightarrow$

b) $CH_3{-}CHO + CH_3{-}CH_2OH \longrightarrow$

c) $CH_3{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}CH_3 + CH_3{-}OH \longrightarrow$

d) $\begin{matrix} CH_2{-}CH_2 \\ | \quad\ | \\ OH \quad OH \end{matrix} \xrightarrow{[O]}$

☆ **3.80.** Zaproponuj cykl przemian prowadzących do otrzymania cykloheksanonu z cykloheksanu i zapisz odpowiednie schematy reakcji.

☆ **3.81.** W wyniku reakcji addycji trzech cząsteczek etanalu powstaje cykliczny polimer. Napisz wzór strukturalny tego związku.

☆ **3.82.** Napisz równania reakcji opisanych poniższymi schematami:

a) metan $\xrightarrow{\text{substytucja}}$ chlorometan $\xrightarrow{\text{substytucja}}$ metanol

b) etanolan sodu $\xrightarrow{\text{hydroliza}}$ etanol $\xrightarrow{\text{eliminacja}}$ eten $\xrightarrow{\text{utlenianie}}$ etanodiol $\xrightarrow{\text{utlenianie}}$ etanodial

☆ **3.83.** Spalono 0,1 mola związku organicznego, zużywając w tym celu 10,08 dm^3 tlenu. Spalenie 4,3 g tego związku prowadzi do powstania 4,48 dm^3 CO_2 i 2,7 g wody. Wyznacz jego wzór rzeczywisty i podaj wzory pięciu trwałych izomerów łańcuchowych tego związku.

Zadania testowe

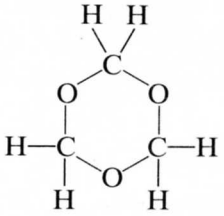
3.84.

1. Jaki alkohol trzeba utlenić, aby otrzymać związek o wzorze:

$$CH_3{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}{-}CHO$$

a) butan-2-ol, c) 2-metylopropan-1-ol,
b) butan-1-ol, d) 2-metylopropan-2-ol.

2. W celu otrzymania ketonu należy utlenić alkohol:
   a) I-rzędowy, c) III-rzędowy,
   b) II-rzędowy, d) odpowiedzi a i b są prawidłowe.
3. Uzupełnij równania następujących reakcji:
   a)
   $$\text{.....} + CuO \xrightarrow{temp.} Cu + CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}H + H_2O$$
   b)
   $$\text{.....} + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3{-}CH(OH){-}CH_2{-}CH_3$$
   c)
   $$CH_3CHO + Cu(OH)_2 \xrightarrow{temp.} \text{.....} + \text{.....} + \text{.....}$$
   d)
   $$CH_3{-}CH(OH){-}CH_3 + CuO \xrightarrow{temp.} \text{.....} + \text{.....} + \text{.....}$$
4. W reakcji 8,6 g aldehydu z amoniakalnym roztworem Ag_2O otrzymano 21,6 g srebra. Utlenionym aldehydem był:
   a) pentanal, c) propanal,
   b) butanal, d) etanal.
5. Podaj nazwę związku, który poddano trimeryzacji, uzyskując substancję o wzorze:



6. Propanal od propanonu można odróżnić doświadczalnie:
   a) w reakcji bromowania,
   b) za pomocą próby Tollensa,
   c) za pomocą próby Trommera,
   d) odpowiedzi b i c są poprawne.
7. Podaj wzór i nazwę związku A i B, który otrzymano w reakcjach przedstawionych schematem:
   $$A \xrightarrow{KOH} B \xrightarrow{[O]} CH_3{-}CH(CH_3){-}CH_2{-}CHO$$
8. W wyniku reakcji redukcji propanonu otrzymano:
   a) kwas propanowy,
   b) propan-1-ol,
   c) propan-2-ol,
   d) odpowiedzi b i c są poprawne.

9. Poliformaldehyd jest produktem reakcji:
   a) depolimeryzacji formaliny,
   b) polimeryzacji metanalu,
   c) polimeryzacji etanolu,
   d) wszystkie odpowiedzi są poprawne.
10. Roztwór formaliny o stężeniu 38% i masie 200 g powstał w wyniku rozpuszczenia w odpowiedniej ilości wody około:
    a) 2,53 mola metanalu,
    b) $1{,}525 \cdot 10^{24}$ cząsteczek metanalu,
    c) 56,7 dm^3 metanalu,
    d) wszystkie odpowiedzi są poprawne.
11. Aldehyd benzoesowy jest produktem utleniania:
    a) $C_6H_5CH_2OH$, c) C_2H_5OH,
    b) C_6H_6, d) C_6H_5OH.
12. Czy 1 dm^3 powietrza (zakładając, że tlen stanowi 20% powietrza) wystarczy, by spalić 40 cm^3 par acetonu do tlenku węgla(IV)?
13. Proces otrzymywania acetonu z propenu można zapisać za pomocą schematu:
    a) propen → propan → 1-chloropropan → aceton,
    b) propen → propan-1-ol → aceton,
    c) propen → propan-2-ol → aceton,
    d) propen → propan-2-ol → propanal → aceton.

☆ **3.85.**

1. Napisz równania reakcji otrzymywania acetonu, mając do dyspozycji propen i dowolne odczynniki nieorganiczne: .....

   .....

   .....

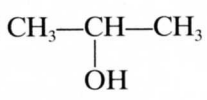
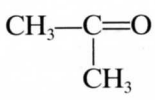
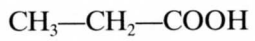
2. Aldehyd octowy można otrzymać w reakcji:
   a) utleniania etanolu tlenkiem miedzi(II),
   b) addycji wody do acetylenu w obecności soli rtęci(II),
   c) dehydratacji etanolu,
   d) odpowiedzi a i b są poprawne.
3. Z podanych niżej zestawów wybierz ten, w którym prawidłowo nazywano typ reakcji:

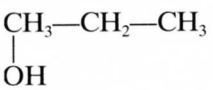
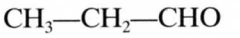
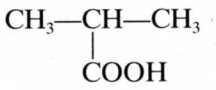
   a) $CH_3—CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3—CH_2OH$ utlenianie

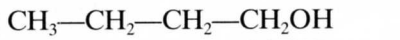
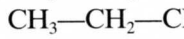
   b) $CH_3—CH_2Cl + KOH \xrightarrow{etanol} CH_2=CH_2 + KCl + H_2O$ eliminacja

   c) $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3—CH_2OH$ substytucja

   d) $CH_3—CH_2Cl + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3—CH_2OH$ addycja
4. Pewien alkohol utleniono do aldehydu, a następnie do kwasu. Wskaż prawidłowy zestaw, związków biorących udział w takiej reakcji:
   a) $CH_3—CH_2—CH_2OH$ $CH_3—CH_2—CHO$ $CH_3—COOH$

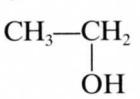
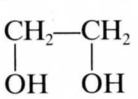
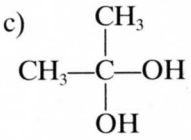
b)   

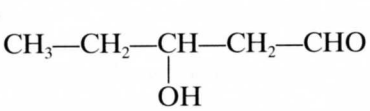
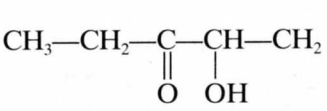
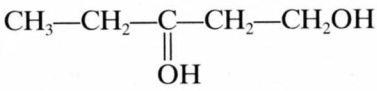
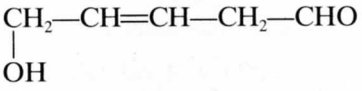
c)   

d)  


5. Wybierz zdanie prawdziwe:
   a) Aldehydy mogą reagować z alkoholami.
   b) Aldehydy powstają podczas utleniania alkoholi II-rzędowych.
   c) Wszystkie aldehydy są cieczami lub gazami.
   d) Formaldehyd jest mniej lotny od kwasu mrówkowego.

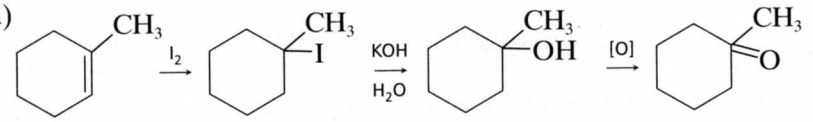
6. Przeprowadzono dwuetapową syntezę metanalu. Pierwszy etap, polegający na otrzymaniu metanolu z CO i H_2, przebiegał z wydajnością 65%, drugi etap – polegający na utlenieniu alkoholu do kwasu – przebiegał z wydajnością 80%. Masa kwasu powstałego z 30 dm^3 stechiometrycznej mieszaniny tlenku węgla(II) i wodoru wynosi:
   a) 20,54 g, c) 30,80 g,
   b) 10,68 g, d) 8,75 g.

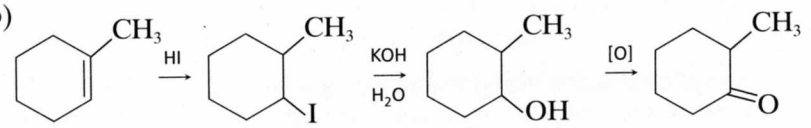
7. Spośród podanych związków wybierz ten, który jest najmniej trwały:
   a)  b)  c)  d) 

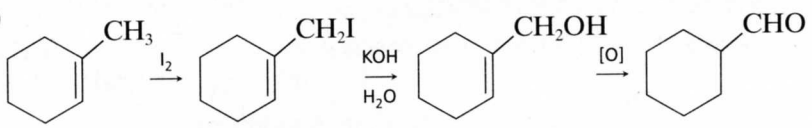
8. Związek o nazwie 3-hydroksypentanal przedstawia wzór:
   a)  c) 
   b)  d) 

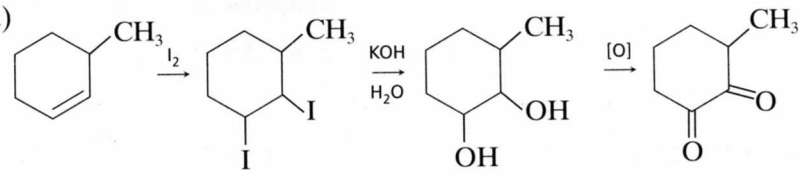
9. Związek X o wzorze sumarycznym C_4H_8 poddawano utlenianiu w różnych warunkach. Łagodne utlenianie X prowadziło do powstania związku, który z zawiesiną $Cu(OH)_2$ tworzył klarowny roztwór. W wyniku utleniania X za pomocą wodnego roztworu $KMnO_4$ powstawał związek o odczynie kwaśnym. Nazwa związku X brzmi:
   a) but-2-en, c) but-1-en,
   b) buta-1,3-dien, d) butan.

10. Wybierz prawidłowo zapisany cykl przemian:

a) 

b) 

c) 

d) 

11. Aceton miesza się z wodą w każdych proporcjach, ponieważ:
    a) zawsze wytwarza wiązania wodorowe między swoimi cząsteczkami,
    b) wiązania wodorowe istnieją wewnątrz cząsteczki acetonu, ułatwiając mu wiązanie się z wodą,
    c) jest niewielką cząsteczką wytwarzającą wiązania wodorowe z wodą,
    d) jest niewielką niepolarną cząsteczką o gęstości wody.

12. Cykloheksanon otrzymuje się podczas:
    a) utleniania aldehydu benzoesowego,
    b) redukcji fenolu,
    c) utleniania cykloheksanolu,
    d) odpowiedzi a i b są prawdziwe.

13. Utleniono 50 cm^3 metanolu (d = 0,8 g/cm^3), a powstający aldehyd mrówkowy pochłonięto w wodzie, otrzymując 120 g 20-procentowego roztworu formaliny. Wydajność procesu otrzymywania formaliny wynosiła:
    a) 64,0%, c) 24,0%,
    b) 31,2%, d) 37,5%.

14. Czy istnieją aldehydy izomeryczne z etanalem?
    a) Tak.
    b) Nie.
    c) Tak, ponieważ każdy związek organiczny zawsze tworzy izomery.
    d) Nie, ponieważ izomerami aldehydów są ketony, a dwuwęglowy związek nie tworzy ketonów.

Kwasy karboksylowe

3.86. Zapisz wzory półstrukturalne wszystkich możliwych kwasów alkanowych o wzorach sumarycznych:
a) $C_3H_6O_2$,
b) $C_4H_8O_2$,
c) $C_5H_{10}O_2$.

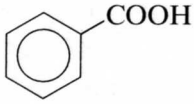
3.87. Podaj nazwy systematyczne następujących związków:

a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$

b) $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—COOH$

c) $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—COOH$

d) $CH_3—CH=CH—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—COOH$

e) 

☆ f) $\begin{matrix} COOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{matrix}$

3.88. Zapisz wzory półstrukturalne kwasów:
a) etanowego,
b) propanowego,
c) 3-metylobutanowego,
d) 3,4-dimetylopentanowego,
e) 2-chloroheksanowego,
f) propenowego.

3.89. Podaj wzory sumaryczne trzech kolejnych homologów:
a) kwasu propenowego,
b) kwasu butanowego,
c) kwasu szczawiowego.

3.90. Posługując się wzorami półstrukturalnymi, zapisz równania reakcji otrzymywania:
a) kwasu propanowego z propanolu,
b) kwasu butanowego z butanolu,
☆ c) kwasu benzoesowego z alkoholu benzylowego.

3.91. Ustal wzór kwasu jednokarboksylowego, jeżeli w reakcji 3 g tego kwasu z sodem wydzieliło się 0,560 dm^3 wodoru (odmierzonego w warunkach naturalnych).

3.92. Uszereguj kwasy propanowy, stearynowy, masłowy i mrówkowy według:
a) rosnącej masy molowej,
b) rosnącej rozpuszczalności w wodzie,
c) malejącej temperatury wrzenia.

3.93. Uzupełnij równania reakcji:

a) $C_{17}H_{35}COOH$ + ... → $C_{17}H_{35}COOK$ + H_2O

b) CH_3COOH + Zn → ..... + ...

c) ..... + ... → $(CH_3COO)_2Ca$ + H_2O

d) ..... + Na_2CO_3 → HCOONa + ... + ...

e) HCOOH + $C_{15}H_{31}COONa$ → ..... + ...

f) $C_{17}H_{33}COOH + Br_2$ → .....

3.94. Zapisz w formie cząsteczkowej równania reakcji kwasu mrówkowego z:
a) magnezem,
b) tlenkiem miedzi(II),
c) wodorotlenkiem baru,
d) węglanem potasu.

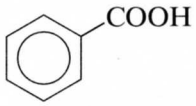
3.95. Na podstawie budowy cząsteczki kwasu mrówkowego wyjaśnij, dlaczego wykazuje on właściwości redukcyjne. Zapisz równania ilustrujące omawianą właściwość.

☆ **3.96.** W wyniku utleniania ketonu otrzymano kwas karboksylowy o masie molowej 60 g/mol oraz jego homolog zawierający w cząsteczce o jedną grupę metylenową więcej. Ustal wzory kwasów i ketonu.

3.97. Posługując się wzorami półstrukturalnymi związków organicznych, zapisz równania reakcji przedstawione schematem:

a) $CH_3—CH_3 \xrightarrow[\text{światło}]{Br_2} A \xrightarrow{KOH} B \xrightarrow{CuO} C \xrightarrow{Ag_2O} D \xrightarrow{MgO} E$

b) $CH_3—CH_2—CH_2OH \xrightarrow{CuO} A \xrightarrow{Cu(OH)_2} B \xrightarrow{NaOH} C$

c) $A \xrightarrow{CuO} B \xrightarrow{Ag_2O}$ 

☆ **3.98.** Zaproponuj równania reakcji otrzymywania:
a) kwasu octowego z karbidu,
b) propionianu potasu z propenu,
c) benzoesanu sodowego z alkoholu benzylowego.

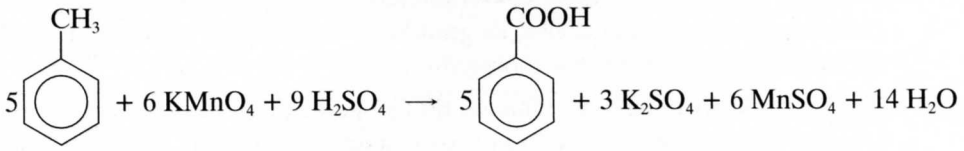
3.99. Wyznacz objętość chloru, odmierzoną w warunkach normalnych, jaka przereaguje z 47 g kwasu oleinowego.

3.100. Wyjaśnij, dlaczego wodny roztwór bromu ulega odbarwieniu po wprowadzeniu do niego kwasu oktenowego.

3.101. Oblicz, ile gramów mydła powstanie w reakcji 35,5 g kwasu stearynowego z 25 g 40-procentowego roztworu NaOH.

3.102. Stearyna używana do produkcji świec jest mieszaniną kwasu stearynowego i palmitynowego w stosunku molowym 1 :3. Oblicz, ile dm^3 powietrza potrzeba do całkowitego spalenia 100 g stearyny (w warunkach normalnych, przy założeniu, że tlen stanowi 21% objętościowych).

3.103. Oblicz, ile gramów 40-procentowego roztworu $KMnO_4$ potrzeba do utlenienia 86 g toluenu, jeżeli reakcja przebiega zgodnie z równaniem:



3.104. Zaproponuj doświadczenia, dzięki którym można odróżnić:
a) kwas octowy od mrówkowego,
b) kwas heksanowy od heksenowego,
c) wodny roztwór kwasu propanowego od propanolu,
d) wodny roztwór octanu sodowego od wodnego roztworu benzoesanu sodowego.

3.105. Zapisz równania reakcji hydrolizy podanych związków oraz określ odczyn powstałych roztworów:
a) octan sodu,
b) mrówczan potasu,
c) fenolan potasu,
d) stearynian sodowy.

3.106. Oblicz objętość 0,1-molowego roztworu kwasu octowego potrzebną do zobojętnienia 25 cm^3 0,2-molowego wodnego roztworu amoniaku.

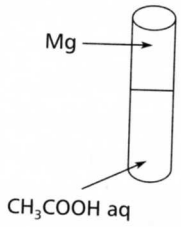
3.107. Jaką objętość wody należy dodać do 250 cm^3 10-procentowego roztworu kwasu octowego, aby otrzymać roztwór o stężeniu około 5-procentowym.

3.108. Wyjaśnij, dlaczego kwas stearynowy nie rozpuszcza się w wodzie, natomiast stearynian sodowy jest w niej dobrze rozpuszczalny.

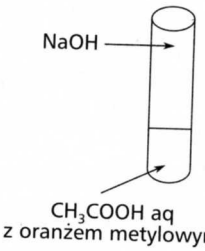
3.109. Dlaczego w twardej wodzie zużywamy do mycia więcej mydła? Wyjaśnij mechanizm tego procesu.

3.110. Przeprowadzono następujące doświadczenia:

a)



b)



Zapisz obserwacje, jakich dokonano na podstawie doświadczeń. Wnioski przedstaw za pomocą odpowiednich równań reakcji.

3.111. Zaproponuj doświadczenia, które wykażą, że:
a) kwas oleinowy jest kwasem nienasyconym,
b) kwas octowy jest kwasem mocniejszym od kwasu węglowego,
c) moc kwasów karboksylowych maleje ze wzrostem długości łańcucha węglowego.

3.112. Wyznacz masę molową oraz wzór sumaryczny nienasyconego kwasu monokarboksylowego, wiedząc, że na zobojętnienie roztworu zawierającego 8,6 g tego kwasu zużyto 200 cm^3 0,5-molowego roztworu NaOH.

3.113. Benzoesan sodowy jest znanym środkiem konserwującym, ponieważ w środowisku kwaśnym uwalnia się z niego bakteriobójczy kwas benzoesowy. Zapisz równanie zachodzącej reakcji oraz oblicz, ile gramów kwasu solnego potrzeba do wydzielenia się 50 mmoli kwasu benzoesowego.

☆ **3.114.** Kwas mrówkowy ulega odwodnieniu do CO pod wpływem stężonego kwasu siarkowego(VI). Oblicz objętość CO (w warunkach normalnych), która powstaje podczas rozkładu 20 g kwasu mrówkowego, jeśli wydajność reakcji wynosiła 60%.

☆ **3.115.** Zaproponuj metodę otrzymywania z benzenu, chlorometanu i dowolnych odczynników nieorganicznych:
a) kwasu *m*-nitrobenzoesowego, b) kwasu *p*-nitrobenzoesowego.

☆ **3.116.** Podczas ogrzewania mieszaniny NaOH i octanu sodu otrzymano metan i węglan sodu. Oblicz objętość metanu zebraną pod ciśnieniem 1000 hPa i w temperaturze 20°C, jeśli do prażenia użyto 10 g octanu sodu.

☆ **3.117.** Realne stężenie kwasu octowego w spożywczym occie winnym wynosi 1,1 mol/dm^3. Oblicz masę etanolu konieczną do przygotowania w wyniku fermentacji octowej, 200 cm^3 octu winnego.

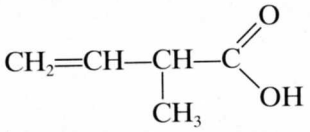
☆ **3.118.** Zobojętniono 4 g kwasu dikarboksylowego za pomocą 30,8 cm^3 2,5-molowego roztworu NaOH. Podaj wzór strukturalny i nazwę tego kwasu.

Zadania testowe

3.119.

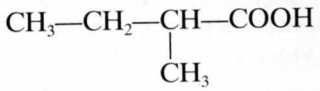
1. Właściwości parzące pokrzywy są spowodowane obecnością kwasu o wzorze ..... i nazwie ..... .

2. Związek przedstawiony wzorem

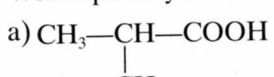


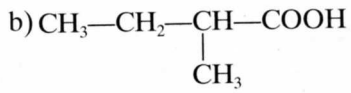
to:
a) kwas 2-metylobutanowy,
b) kwas 3-metylobut-1-enowy,
c) kwas pentanowy,
d) kwas 2-metylobut-3-enowy.

3. Zapisz wzory półstrukturalne trzech izomerów kwasu o wzorze:



4. Wśród podanych wzorów wskaż homologi kwasu butanowego:

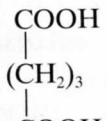
a) 

b) 

c) $CH_3(CH_2)_{16}COOH$

d) $HCOOH$

e) $CH_2{=}CH(CH_2)_2COOH$

f) 

5. Kwas octowy jest produktem fermentacji octowej. Oblicz, ile gramów kwasu otrzyma się z 230 g 30-procentowego roztworu etanolu:
a) 60 g, c) 80 g,
b) 70 g, d) 90 g.

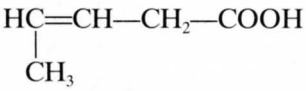
6. Uzupełnij równania reakcji:
   a) $CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow$ ..... + ...
   b) $C_6H_5COOH +$ ..... $\longrightarrow C_6H_5COOK +$ .....
   c) $HCOOH + Zn \longrightarrow$ ..... + ...
7. Określ odczyn wodnych roztworów:
   a) octanu sodowego .....,
   b) kwasu mrówkowego .....,
   c) benzoesanu sodowego .....,
   d) mrówczanu miedzi(II) .....
8. Zaproponuj doświadczenie, w którym wykażesz, że świeca została wykonana ze stearyny, a nie z parafiny.
9. Oblicz objętość 0,2-molowego roztworu NaOH potrzebną do zobojętnienia 100 cm^3 0,1-molowego roztworu CH_3COOH:
   a) 10 cm^3 roztworu NaOH,
   b) 100 cm^3 roztworu NaOH,
   c) 5 cm^3 roztworu NaOH,
   d) 50 cm^3 roztworu NaOH.
10. Oblicz, ile wodoru, odmierzonego w warunkach normalnych, potrzeba, aby katalitycznie uwodornić 70,5 g kwasu oleinowego:
    a) 11,2 dm^3, c) 5,6 dm^3,
    b) 112 cm^3, d) 56 cm^3.
11. Podaj wzory półstukturalne związków oznaczonych literami A, B, C na poniższym schemacie:

$$A \xrightarrow[H_2O]{KOH} B \xrightarrow{CuO} C \xrightarrow{Ag_2O} CH_3CH_2COOH$$

12. Zaproponuj cykl przemian otrzymywania konserwantu E211 (benzoesan sodu), mając do dyspozycji toluen.
13. Kwasy A i B należą do tego samego szeregu homologicznego. Kwas A jest cieczą, natomiast kwas B ciałem stałym. Podaj, który z nich:
    a) zawiera większą liczbę atomów węgla w cząsteczce,
    b) trudniej rozpuszcza się w wodzie,
    c) łatwiej reaguje z magnezem,
    d) ma wyższą temperaturę wrzenia.

☆ **3.120.**

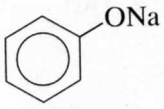
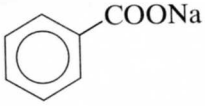
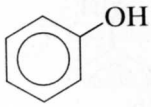
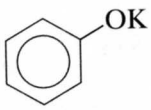
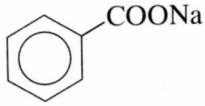
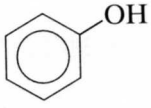
1. Wskaż poprawną nazwę związku o wzorze:



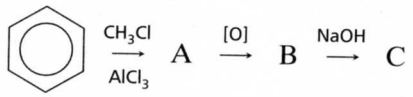
   a) kwas but-2-enowy,
   b) kwas pent-3-enowy,
   c) kwas 4-metylo-3-enowy,
   d) kwas pent-2-enowy.

2. W celu otrzymania kwasu benzoesowego należy poddać utlenieniu:
   a) toluen,
   b) fenylometanol,
   c) aldehyd benzoesowy,
   d) wszystkie podane odpowiedzi są poprawne.
3. Uporządkuj podane kwasy zgodnie z rosnącą mocą: kwas stearynowy, kwas mrówkowy, kwas propionowy.
4. Moc kwasów karboksylowych zależy od podstawników w ich strukturze – bardziej elektroujemne zwiększają moc kwasu. Wskaż prawidłową odpowiedź:

kwas mocniejszy	kwas słabszy
a) $CH_2ClCOOH$	CH_2FCOOH
b) CH_2ICOOH	$CH_2BrCOOH$
c) CH_3COOH	$CH_2BrCOOH$
d) CH_2FCOOH	$CH_2ClCOOH$

5. Przeprowadzono następujące doświadczenia:
   I. $Fe + CH_3COOH$ aq
   II. $Na_2CO_3 + HCOOH$ aq
   III. $NaOH + CH_3CH_2COOH$ aq
   Wydzielanie się gazu zaobserwowano w doświadczeniach:
   a) tylko I,
   b) I i II,
   c) I, II i III,
   d) w żadnym z doświadczeń nie zaobserwowano wydzielania się gazu.
6. Podczas ogrzewania octanu sodowego z wodorotlenkiem sodowym powstaje bezbarwny, palny gaz. Jest nim:
   a) etan,
   b) metan,
   c) tlenek węgla(II),
   d) wodór.
7. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki, których wodne roztwory mają odczyn zasadowy:
   a) $CH_3—COOH$  
   b) $HCOOH$  $CH_3—CH_2—COOH$
   c)  $CH_3—CH_2—COOK$ 
   d) $HCOONa$  $CH_3—CH_2ONa$

8. Uzupełnij schemat, wpisując w miejsce liter A, B, C wzory odpowiednich związków organicznych:



9. Która reakcja nie będzie zachodzić:
   a) kwas benzoesowy + NaOH $\longrightarrow$
   b) kwas propano-1,3-diowy + KOH $\longrightarrow$
   c) kwas octowy (aq) + Cu $\longrightarrow$
   d) kwas stearynowy + NaOH $\longrightarrow$

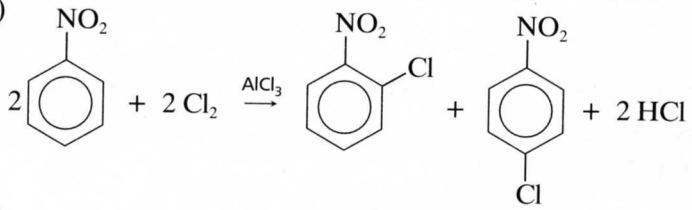
10. Zapisz równanie reakcji kwasu mrówkowego ze stężonym wodnym roztworem H_2SO_4:

.....

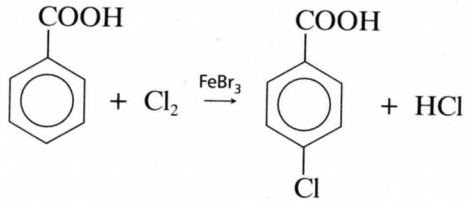
11. W celu rozróżnienia wodnych roztworów kwasu octowego i etanolanu sodu należy użyć:
   a) papierka uniwersalnego,
   b) fenoloftaleiny,
   c) oranżu metylowego,
   d) każdego z wymienionych wskaźników.

12. Wskaż poprawny schemat reakcji, uwzględniając kierującą rolę podstawników:

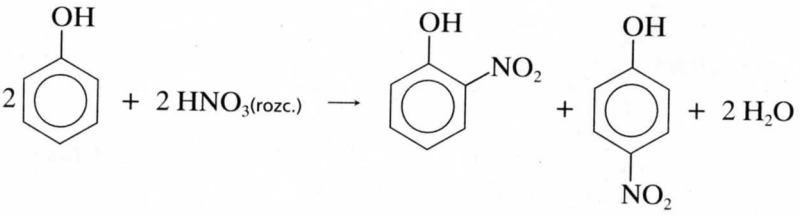
a)



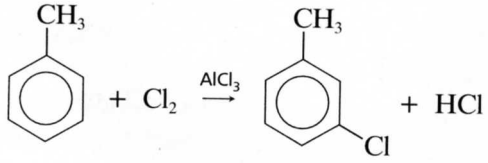
b)



c)



d)



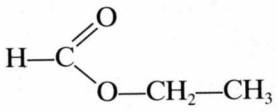
13. Do całkowitego zobojętnienia 300 g 10-procentowego roztworu kwasu szczawiowego potrzeba:
    a) 1,33 g NaOH, c) 2,67 g NaOH,
    b) 13,3 g NaOH, d) 26,7 g NaOH.
14. Pewien kwas karboksylowy zawiera wagowo 40,7% węgla, 5,1% wodoru oraz tlen. Wskaż poprawny wzór sumaryczny tego kwasu:
    a) $C_2H_2O_4$, c) $C_4H_6O_4$,
    b) $C_4H_4O_4$, d) $C_3H_4O_4$.

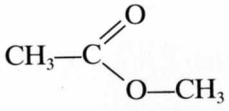
Estry i tłuszcze

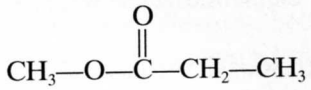
3.121. Pewien ester ma taki sam wzór sumaryczny jak kwas octowy. Zapisz jego wzór półstrukturalny i podaj jego nazwę.

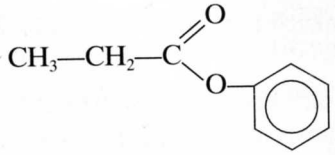
3.122. Zapisz wzory półstrukturalne wszystkich możliwych izomerycznych kwasów i estrów o wzorach sumarycznych:
a) $C_3H_6O_2$,
b) $C_4H_8O_2$.

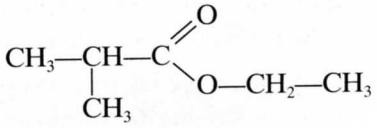
3.123. Podaj nazwy estrów przedstawionych za pomocą następujących wzorów półstrukturalnych:

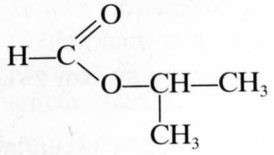
a) 

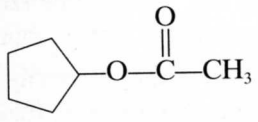
b) 

c) 

d) 

☆ e) 

☆ f) 

☆ g) 

3.124. Wyjaśnij różnicę w przebiegu reakcji między kwasem octowym a etanolem oraz między kwasem octowym a wodorotlenkiem sodu.

3.125. Zapisz równania reakcji otrzymywania:
a) maślanu metylu (butanianu metylu),
b) stearynianu etylu,
c) octanu fenylu,
d) tristearynianu glicerolu,
e) benzoesanu etylu.

3.126. Zapisz wzory półstrukturalne i podaj nazwy estrów, z których w wyniku hydrolizy powstają następujące produkty:
a) kwas octowy i propan-2-ol,
b) kwas 2,3-dimetylobutanowy i metanol,
c) kwas benzoesowy i etanol.

3.127. Uzupełnij poniższe schematy, wpisując w miejsce liter wzory związków organicznych:

a) $CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{HBr} A \xrightarrow[H_2O]{KOH} B \xrightarrow[H_2SO_4]{CH_3COOH} C$

b) $CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HBr} A \xrightarrow[H_2O]{KOH} B \xrightarrow[H_2SO_4]{HCOOH} C$

c) $A \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2} B \xrightarrow[H_2O]{KOH} C \xrightarrow{CuO} D \xrightarrow{Ag_2O} E \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{związek C}} CH_3{-}C(=O){-}O{-}CH_2CH_3$

☆ d) $A \xrightarrow[AlCl_3]{CH_3Cl} B \xrightarrow{[O]} C \xrightarrow[H_2SO_4]{CH_3OH}$ 

3.128. Zapisz równania reakcji:
a) hydrolizy maślanu metylu w roztworze zawierającym wodorotlenek sodu,
b) hydrolizy octanu etylu w roztworze zawierającym kwas solny.

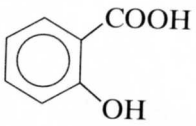
3.129. Estry, podobnie jak inne związki organiczne, łatwo się spalają. Oblicz objętość tlenu (odmierzoną w warunkach normalnych) potrzebną do całkowitego spalenia 4,4 g octanu etylu.

3.130. W wyniku spalenia 3,7 g związku organicznego otrzymano 3,36 dm^3 CO_2 i 2,7 g H_2O (w warunkach normalnych).
a) Ustal wzór sumaryczny związku, jeżeli wzór elementarny jest wzorem rzeczywistym.
b) Podaj wzory półstrukturalne izomerów tego związku, będące estrami, oraz ich nazwy.

3.131. Oblicz, ile dm^3 tlenu odmierzonego w warunkach normalnych potrzeba do całkowitego spalenia 58 g propionianu propylu.

3.132. Triazotan(V) gliceryny, zwany potocznie nitrogliceryną, stosowany jest do produkcji dynamitu i jako środek rozkurczowy w schorzeniach serca. Podaj wzór strukturalny tego związku oraz uzasadnij, dlaczego nie możemy zakwalifikować go do związków nitrowych.

3.133. Zapisz równanie reakcji otrzymywania aspiryny, jeżeli wiadomo, że substratami reakcji są kwas octowy i kwas salicylowy o wzorze:



3.134. Zaproponuj, w jaki sposób można przekształcić kwas oleinowy w:
a) tłuszcz,
b) mydło,
c) kwas stearynowy.

3.135. W przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym wykorzystuje się woski, których głównym składnikiem jest substancja tworząca podczas ogrzewania z roztworem NaOH sól sodową kwasu palmitynowego i alkohol nasycony. Po utlenieniu alkohol ten daje kwas palmitynowy. Ustal wzór sumaryczny substancji będącej składnikiem wosków.

3.136. Tłuszcze są mieszaniną estrów glicerolu i wyższych kwasów tłuszczowych. Zapisz wzory półstukturalne estrów, jeżeli wiadomo, że w wyniku kwasowej hydrolizy:
a) otrzymano glicerol, kwas stearynowy i palmitynowy w stosunku molowym 1:2:1,
b) otrzymano glicerol, kwas palmitynowy i oleinowy w stosunku molowym 1:1:2,
c) otrzymano glicerol, kwas stearynowy, oleinowy i palmitynowy w stosunku molowym 1:1:1:1.

3.137. Margarynę otrzymujemy w procesie utwardzania oleju. Zapisz równanie reakcji utwardzania oleju, zakładając, że zawiera on tylko triolenian glicerolu.

3.138. Wyjaśnij, dlaczego podczas prania w twardej wodzie zawierającej jony wapnia i magnezu zużywa się większą ilość mydła.

3.139. Wyjaśnij, czy mydło sodowe będzie się tak samo dobrze pieniło w wodzie destylowanej i w wodzie silnie zakwaszonej.

3.140. Wyjaśnij, dlaczego w proszkach do prania, oprócz detergentów, częstymi składnikami są fosforany(V) sodu.

3.141. Wyjaśnij, dlaczego nadmierne stosowanie detergentów jest przyczyną eutrofizacji zbiorników wodnych.

3.142. Za pomocą wzorów strukturalnych zapisz równanie reakcji zmydlania wodorotlenkiem sodowym tłuszczu, będącego tristearynianem glicerolu. Oblicz, ile kilogramów mydła otrzymamy z 4 moli tego tłuszczu.

3.143. Jednym z elementów procesu trawienia tłuszczów w organizmie człowieka jest hydroliza zachodząca w żołądku pod wpływem enzymów zwanych lipazami. Zaproponuj równanie reakcji ilustrujące ten proces.

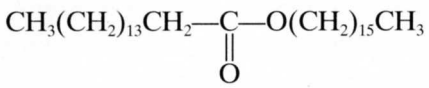
☆ **3.144.** Metabolizm tłuszczów dostarcza człowiekowi energii. Oblicz, ile kilokalorii dostarcza organizmowi spożycie 0,1 mola tłuszczu zawierającego w cząsteczce 2 reszty kwasu oleinowego i 1 resztę kwasu palmitynowego, jeżeli z 1 g tłuszczu można otrzymać 9 kcal.

☆ **3.145.** Azotan(III) etylu jest estrem kwasu nieorganicznego, który stosuje się w lecznictwie jako środek rozszerzający naczynia krwionośne i obniżający ciśnienie krwi. Napisz równanie hydrolizy tego związku.

☆ **3.146.** W przemianach biologicznych istotną rolę odgrywają estry kwasu fosforowego(V) z glicerolem. Najważniejsze z nich, monofosforany(V), mogą występować w dwóch odmianach izomerycznych. Zaproponuj ich wzory strukturalne.

☆ **3.147.** Dakron jest poliestrem kwasu tereftalowego (benzeno-1,4-dikarboksylowego) i etano-1,2-diolu. Narysuj wzór fragmentu cząsteczki tego poliestru.

☆ **3.148.** W skład wosków wchodzą między innymi estry nierozgałęzionych kwasów monokarboksylowych i wyższych nasyconych alkoholi. Podaj nazwę systematyczną związku o wzorze:



☆ **3.149.** Kwas γ-hydroksymasłowy pod wpływem ogrzewania tworzy cykliczny ester nazywany laktonem. Narysuj wzór cząsteczki tego estru.

☆ **3.150.** Sole sodowe wodorosiarczanów(VI) i alkoholi o długich łańcuchach są detergentami stosowanymi do wyrobu środków piorących. Napisz wzór detergentu będącego związkiem otrzymanym z alkoholu dodecylowego.

☆ **3.151.** Kwas malonowy (propanodiowy) podczas ogrzewania łatwo ulega dekarboksylacji z wytworzeniem kwasu octowego. Zapisz równanie dekarboksylacji kwasu malonowego.

☆ **3.152.** Zapisz równania reakcji opisane poniższym schematem:

benzoesan metylu ⟶ kwas benzoesowy ⟶ kwas *m*-nitrobenzoesowy ⟶ *m*-nitrobenzoesan etylu

☆ **3.153.** Ułóż schemat przemian, które należy przeprowadzić w celu otrzymania:

a) mrówczanu metylu, mając do dyspozycji węglik glinu i dowolne odczynniki nieorganiczne,

b) octanu butylu, mając do dyspozycji karbid i dowolne odczynniki nieorganiczne,

c) etenu, mając do dyspozycji octan etylu.

☆ **3.154.** Próbą pozwalającą na określenie zawartości kwasów nienasyconych w tłuszczu jest wyznaczenie tak zwanej liczby jodowej. Jest to liczba gramów I_2 przyłączanych przez nienasycone kwasy tłuszczowe zawarte w 100 g tłuszczu. Odpowiedz, nie wykonując obliczeń, czy większą liczbę jodową ma ester glicerolu i kwasu oleinowego, czy ester glicerolu i kwasu linolowego.

☆ **3.155.** Pewien związek o wzorze $C_3H_6O_2$ występuje w postaci wielu izomerów. Trzy z jego izomerów mają następujące właściwości:

a) A jest ciekłym związkiem odpornym na utlenianie, dobrze rozpuszczalnym w wodzie, a jego wodny roztwór ma odczyn kwaśny i energicznie reaguje z zasadą sodową i magnezem;

b) B jest substancją bardziej lotną od izomeru A, daje pozytywną próbę Trommera, a podczas utleniania silnymi utleniaczami utlenia się do kwasu dikarboksylowego;

c) C jest dość słabo rozpuszczalny w wodzie, ogrzewany w zakwaszonym wodnym roztworze reaguje z wodą, tworząc dwa produkty, z których pierwszy ma odczyn kwaśny, a drugi ogrzany z Al_2O_3 przekształca się w eten.

Podaj wzory i nazwy izomerów A, B, C.

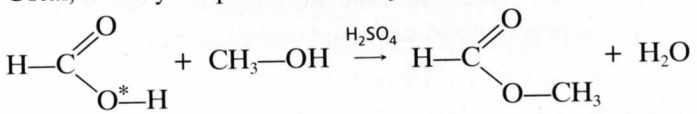
☆ **3.156.** Oblicz objętość 2-molowego KOH potrzebną do zmydlenia 100 g tłuszczu zawierającego wyłącznie tripalmitynian glicerolu. Oceń, nie wykonując obliczeń, czy objętość zużytego roztworu KOH należałoby zwiększyć, czy zmniejszyć, gdyby tłuszcz zawierał wyłącznie tristearynian glicerolu.

3.157. Zapisz równania reakcji:
a) estryfikacji propan-1-olu bezwodnikiem octowym,
b) hydrolizy szczawianu dimetylu,
c) nitrowania benzoesanu etylu.

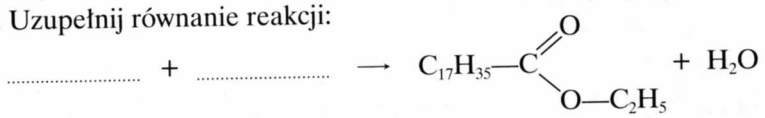
Zadania testowe

3.158.

1. Wśród podanych poniżej zdań wskaż stwierdzenie fałszywe:
   a) Estry kwasów karboksylowych są produktami reakcji estryfikacji.
   b) Estry kwasów karboksylowych ulegają w wodzie hydrolizie.
   c) Estry kwasów karboksylowych powstają w reakcji addycji alkoholi do kwasów.
   d) Tłuszcze zaliczamy do estrów kwasów karboksylowych.
2. Ustal, w którym z produktów znajdzie się atom tlenu oznaczony gwiazdką:



   a) w estrze, b) w wodzie.
3. Uzupełnij równanie reakcji:



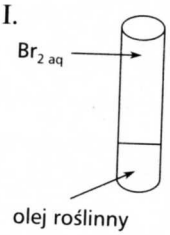
4. Pewien ester poddano hydrolizie, otrzymując kwas C_2H_5COOH i alkohol CH_3OH. Zaznacz, który z podanych estrów uległ hydrolizie:
   a) octan metylu, c) octan etylu,
   b) mrówczan propylu, d) propionian metylu.
5. Wśród podanych równań wskaż równania reakcji estryfikacji i reakcji zobojętniania:
   I. $CH_3COOH + CH_3OH \rightleftarrows CH_3COOCH_3 + CH_3OH$
   II. $HCOOC_2H_5 + H_2O \rightleftarrows HCOOH + C_2H_5OH$
   III. $CH_3COOH + NaOH \rightleftarrows CH_3COONa + H_2O$
   IV. $HCOOK + H_2O \rightleftarrows HCOOH + KOH$
6. Badany ester jest cieczą bezbarwną, lotną, słabo rozpuszczalną w wodzie, o zapachu ananasów, a podczas jego hydrolizy pojawia się zapach zjełczałego tłuszczu. Wskaż, który z podanych estrów posiada te właściwości:
   a) mrówczan etylu, c) maślan etylu,
   b) octan etylu, d) octan butylu.
7. Wśród poniższych zdań zaznacz stwierdzenie fałszywe. Estry kwasów organicznych i alkoholi jednowodorotlenowych stosuje się:
   a) do produkcji perfum, wód kwiatowych,
   b) do produkcji esencji smakowych i zapachowych,
   c) do produkcji rozpuszczalników tłuszczów, farb i lakierów,
   d) do produkcji materiałów wybuchowych.

8. Napisz równanie zasadowej hydrolizy tłuszczu, w wyniku której otrzymasz stearynian sodu i glicerynę.

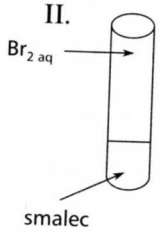
.....

9. Chcąc wykazać nienasycony charakter oleju roślinnego, należy podziałać na tę substancję:
   a) wodnym roztworem bromu,
   b) wodnym roztworem wodorotlenku sodu,
   c) wodnym roztworem manganianu(VII) potasu,
   d) odpowiedzi a i c są prawdziwe.
10. Chcąc otrzymać margarynę z oleju słonecznikowego, należy przeprowadzić reakcję:
    a) uwodornienia,
    b) bromowania,
    c) uwodnienia,
    d) utleniania.
11. Wskaż probówkę, w której nastąpi odbarwienie wody bromowej. Wyjaśnij przyczynę odbarwienia, podaj przykładowe równanie reakcji, stosując wzory sumaryczne:

I.



II.



.....

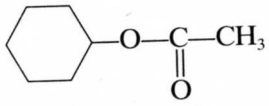
.....

12. Metaboliczna przemiana tłuszczów:
    a) dostarcza organizmowi człowieka energii i wody,
    b) przebiega pod wpływem enzymów zwanych lipazami,
    c) polega na zamianie powstałych kwasów tłuszczowych na CO_2, H_2O i energię podczas procesu oddychania,
    d) odpowiedzi a, b i c są prawdziwe.
13. Wśród poniższych zdań wskaż stwierdzenie fałszywe.
    Tłuszcze mają zastosowanie:
    a) do produkcji mydła,
    b) jako substancja zapasowa w organizmie zwierzęcym,
    c) do produkcji nawozów sztucznych,
    d) w przemyśle spożywczym.
14. Oblicz, ile kilogramów mydła powstanie w reakcji 8 moli tristearynianu glicerolu z wodorotlenkiem sodowym.

☆ **3.159.**

1. Octan fenylu i mrówczan benzylu:
   a) są homologami,
   b) są izomerami,
   c) są różnymi nazwami tego samego związku,
   d) należą do dwóch odmiennych typów związków.

2. Związek o wzorze:



to:
a) ester metylowy kwasu cykloheksanokarboksylowego,
b) benzoesan acetylu,
c) octan cykloheksylu,
d) metylocykloheksyloketon.

3. Reakcja estryfikacji zachodzi według mechanizmu:
a) addycji elektrofilowej,
b) substytucji elektrofilowej,
c) addycji wolnorodnikowej,
d) substytucji nukleofilowej.

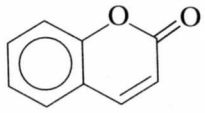
4. Zapisz równania reakcji przedstawione schematem:
$CaC_2 \longrightarrow C_2H_2 \longrightarrow CH_3CHO \longrightarrow CH_3COOH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5$

5. W wyniku spalenia 0,1 mola estru nasyconego kwasu jednokarboksylowego i *n*-alkanolu otrzymano 13,44 dm^3 tlenku węgla(IV) (w warunkach normalnych) oraz 10,8 g wody. Wyznacz wzór sumaryczny estru oraz liczbę jego izomerów będących estrami niecyklicznymi. Podaj wzory i nazwy pięciu dowolnych izomerycznych estrów, zawierających różne liczby atomów węgla w resztach kwasowych.

6. Wskaż zestaw związków uszeregowanych według rosnącej rozpuszczalności w wodzie:
a) kwas octowy, butan-2-ol, mrówczan metylu, kwas stearynowy,
b) butan-2-ol, kwas octowy, mrówczan metylu, kwas stearynowy,
c) kwas stearynowy, butan-2-ol, mrówczan metylu, kwas octowy,
d) kwas stearynowy, butan-2-ol, kwas octowy, mrówczan metylu.

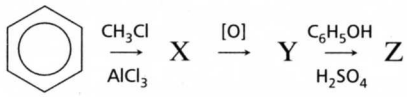
7. Wybierz zestaw związków uszeregowanych według rosnącej lotności:
a) kwas octowy, butan-2-ol, mrówczan metylu, kwas stearynowy,
b) kwas stearynowy, kwas octowy, butan-2-ol, mrówczan metylu,
c) kwas stearynowy, butan-2-ol, mrówczan metylu, kwas octowy,
d) kwas stearynowy, butan-2-ol, kwas octowy, mrówczan metylu.

8. Związek o wzorze:



zaliczamy do:
a) ketonów,
b) bezwodników kwasowych,
c) aldehydów,
d) laktonów.

9. Spalono całkowicie próbkę mrówczanu metylu o objętości 22,4 dm^3 i gęstości 0,97 g/cm^3. W wyniku tej reakcji otrzymano:
   a) 44,8 dm^3 CO_2,
   b) 31,87 kg CO_2,
   c) 31,87 g CO_2,
   d) 2128 g CO_2.
10. Przeprowadzono proces opisany schematem:



Substancjami X, Y, Z były związki o nazwach:

	X	Y	Z
a)	toluen	kwas benzoesowy	benzoesan fenylu
b)	hydroksybenzen	kwas benzenokarboksylowy	fenolan benzylu
c)	chlorobenzen	kwas benzoesowy	benzoesan fenylu
d)	metylobenzen	alkohol benzylowy	kwas benzoesowy

11. Wśród poniższych zdań wskaż zdanie prawdziwe:
   a) Mrówczan metylu jest słabiej rozpuszczalny w wodzie niż mrówczan propylu.
   b) Odczyn wodnego roztworu mrówczanu metylu podczas przechowywania staje się kwaśny.
   c) Octan metylu nie miesza się z propionianem metylu.
   d) Kwas octowy jest bardziej lotny od octanu metylu, ponieważ jego cząsteczka ma mniejszą masę.

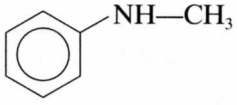
Aminy i amidy

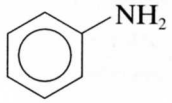
3.160. Podaj nazwy amin, których wzory zapisano poniżej:

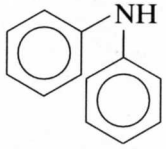
a) $CH_3—CH_2—NH_2$

b) $CH_3—CH_2—NH(CH_3)$

c) $CH_3—CH_2—N(CH_3)—CH_2—CH_2—CH_3$

d) 

e) 

f) 

3.161. Określ rzędowość amin, których wzory zapisano w zadaniu 3.160.

3.162. Podaj wzory strukturalne następujących związków:
   a) aniliny,
   b) 1-butyloaminy (butano-1-aminy),

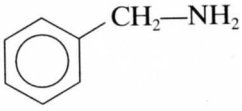
c) butano-2-aminy,
d) propano-1,3-diaminy.

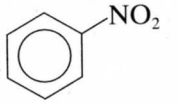
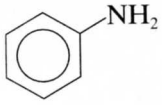
3.163. Wypisz wzory i nazwy izomerycznych amin o wzorze sumarycznym C_3H_9N.

3.164. Uzupełnij równania reakcji otrzymywania amin:

a) $CH_3—CH_2—Cl + NH_3 \longrightarrow$ .....

b) ..... + ... $\longrightarrow$ $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—NH_2 \cdot HCl$

c)  $+ CH_3Cl \longrightarrow$ .....

d)  + ... $\longrightarrow$  + ...

3.165. Wyjaśnij, dlaczego wodny roztwór etyloaminy ma odczyn zasadowy, i podaj odpowiednie równanie reakcji.

3.166. Jak zmieniają się właściwości fizyczne amin alifatycznych wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego?

3.167. Masa molowa etanolu jest prawie taka sama jak etyloaminy, tymczasem temperatura wrzenia etanolu wynosi 78°C, a etyloaminy tylko 17°C. Wyjaśnij przyczyny tych różnic, analizując budowę cząsteczek obu związków.

3.168. Wyjaśnij, dlaczego temperatury wrzenia amin alifatycznych są niższe od temperatur wrzenia alkoholi o takich samych łańcuchach węglowodorowych.

3.169. Cząsteczki amidów mogą tworzyć wiązania wodorowe zarówno między sobą, jak i z cząsteczkami wody. Narysuj przykład wiązania wodorowego utworzonego między cząsteczkami acetamidu i przykład wiązania wodorowego między cząsteczką acetamidu a cząsteczką wody. Podaj, jakie cechy acetamid zawdzięcza możliwości wytwarzania wiązań wodorowych.

3.170. W trzech probówkach znajdują się wodne roztwory etanolu, etyloaminy i kwasu octowego. W jaki sposób zidentyfikujesz te roztwory, dysponując papierkiem uniwersalnym?

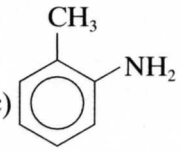
3.171. Uszereguj wymienione aminy według malejącego charakteru zasadowego: trietyloamina, etyloamina, dimetyloamina, anilina.

3.172. Uszereguj podane związki według rosnącej zdolności do alkalizacji wodnego roztworu: dietyloamina, acetamid, fenol, kwas octowy, anilina.

3.173. Uzupełnij równania reakcji:

a) $CH_3—CH_2—NH_2 + H_2O \longrightarrow$ ..... + ...

b) ..... + ... $\longrightarrow$ $\left[CH_3—\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{N}}}}—CH_3\right]^+ + OH^-$

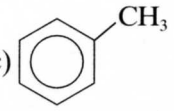
c)  + HCl → ..... + ...

d) ..... + ... → $CH_3—CH_2—NH_3^+ + HSO_4^-$

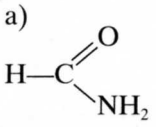
3.174. Zapisz równania reakcji przedstawione schematem:

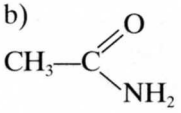
a) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} A \xrightarrow{\text{trimeryzacja}} B \xrightarrow[H_2SO_4]{HNO_3} C \xrightarrow[HCl]{Zn} D \xrightarrow{NaOH} E$

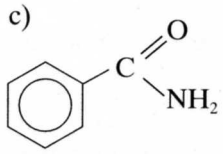
b) $A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow{NH_3} CH_3—CH_2—NH_3^+Cl^- \xrightarrow{NaOH} C$

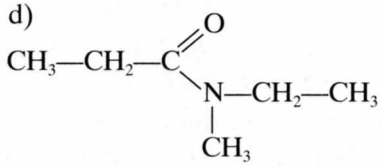
c)  $\xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2} A \xrightarrow{NH_3} B \xrightarrow{NaOH} C$

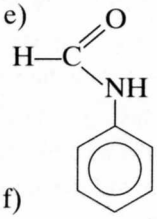
3.175. Podaj nazwy amidów oraz określ ich rzędowość:

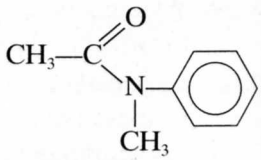
a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

f) 

3.176. Oblicz objętości CO_2 i amoniaku (w warunkach normalnych) potrzebne do otrzymania 1 t mocznika. Wymień przemysłowe zastosowanie tego związku.

☆ **3.177.** Jedną z metod otrzymywania amidów jest reakcja estrów z amoniakiem, w wyniku której powstaje amid i wydziela się alkohol. Napisz równanie otrzymywania acetamidu w reakcji octanu etylu z amoniakiem.

☆ **3.178.** Do ilościowego oznaczania zawartości mocznika w moczu stosuje się reakcję ze stężonym kwasem azotowym(V), podczas której wykrystalizowuje się osad azotanu(V) mocznika. Mocznik reaguje z kwasem w stosunku molowym 1 : 1. Podaj równanie tej reakcji.

☆ **3.179.** Zapisz równania reakcji obrazujące kwasową i zasadową hydrolizę:
a) mocznika,
b) acetamidu.

3.180. Podczas ogrzewania krystalicznego mocznika wydziela się amoniak i powstaje biuret, którego obecność wykrywamy, dodając zawiesinę $Cu(OH)_2$. Podaj równanie reakcji otrzymywania biuretu i opisz zmiany barw, jakie obserwuje się podczas tej reakcji.

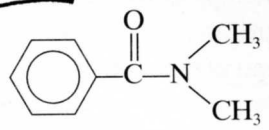
3.181. Analiza elementarna wykazała, że pewna amina zawiera 65,75% węgla, 15,07% wodoru i 19,18% azotu. Na zobojętnienie 10 g aminy zużyto 62,5 g 8-procentowego roztworu HCl. Wyznacz wzór rzeczywisty aminy i określ, ile I-rzędowych izomerów tworzy ten związek.

3.182. Zaproponuj metodę syntezy *o*-metyloaniliny z benzenu, chlorometanu i dowolnych odczynników nieorganicznych.

Zadania testowe

3.183.

1. Wskaż mieszaninę, z której nie uzyskuje się aminy:
   a) mocznik i kwas solny,
   b) chlorek metyloamoniowy i wodorotlenek sodu,
   c) amoniak i chlorometan,
   d) dimetyloamina i jodometan.
2. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie substancje o zasadowym odczynie roztworu wodnego:
   a) chlorek metyloamoniowy i metyloamina,
   b) acetamid i benzamid,
   c) dimetyloamina i metanolan sodu,
   d) amoniak i benzamid.
3. W celu odróżnienia aniliny od etyloaminy należy:
   a) porównać odczyn wodnych roztworów tych związków – etyloamina tworzy roztwór zasadowy, zaś anilina – obojętny,
   b) poddać oba związki działaniu zasady sodowej,
   c) porównać zdolność tych związków do ulegania hydrolizie,
   d) porównać lotność związków – etyloamina jest bardziej lotna od aniliny.
4. Związek o wzorze:

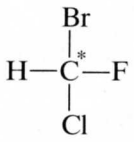


   to:
   a) fenylo(dimetyloamino)keton,
   b) N,N-dimetylobenzamid,
   c) amid fenylowy kwasu mrówkowego,
   d) N-fenylodimetyloketoamina.
5. Spośród podanych związków – difenyloamina, anilina, metyloamina, dimetyloamina:
   a) najsłabiej zasadowa jest anilina, a najmocniej dimetyloamina,
   b) najsłabiej zasadowa jest dimetyloamina, a najmocniej difenyloamina,
   c) najsłabiej zasadowa jest difenyloamina, a najmocniej dimetyloamina,
   d) najsłabiej zasadowa jest metyloamina, a najmocniej anilina.

6. W celu otrzymania *p*-chloroaniliny należy poddać benzen kolejno następującym reakcjom:
   a) chlorowania, nitrowania i redukcji,
   b) nitrowania, chlorowania i redukcji,
   c) nitrowania, chlorowania i hydrolizy,
   d) chlorowania, nitrowania i hydrolizy.
7. Nylon jest tworzywem powstającym podczas reakcji 1,6-diaminoheksanu i kwasu heksanodiowego. Cząsteczki nylonu są produktem reakcji łączenia się na przemian cząsteczek aminy i kwasu. Z tego powodu nylon zalicza się do:
   a) poliestrów,
   b) poliamidów,
   c) polimerów wolnorodnikowych,
   d) monomerów.
8. Anilina jako związek aromatyczny ulega reakcjom:
   a) nitrowania,
   b) eliminacji amoniaku,
   c) substytucji wolnorodnikowej,
   d) wszystkie powyższe odpowiedzi są poprawne.
9. N-metylobutanoamid ulega reakcji:
   a) hydrolizy zasadowej do soli kwasu masłowego i amoniaku,
   b) hydrolizy zasadowej do soli kwasu masłowego i metyloaminy,
   c) hydrolizy kwasowej do kwasu masłowego i amoniaku,
   d) hydrolizy kwasowej do soli kwasu masłowego i metyloaminy.
10. Benzenodiamina, z której w wyniku nitrowania powstaje tylko jedna mononitropochodna, to:
    a) benzeno-1,2-diamina,
    b) *o*-benzenodiamina,
    c) *m*-benzenodiamina,
    d) *p*-benzenodiamina.

4. Izomeria optyczna

Chiralność jest cechą polegającą na nieidentyczności danego przedmiotu z jego odbiciem lustrzanym. Cząsteczka związku chemicznego jest chiralna, jeśli nie ma ona płaszczyzny symetrii. W praktyce w celu ustalenia, czy dana cząsteczka jest chiralna, posługujemy się pojęciem **asymetrycznego atomu węgla**, czyli atomu połączonego z czterema różnymi podstawnikami. Na przykład atom węgla cząsteczki bromochlorofluorometanu jest asymetryczny, ponieważ jest połączony z czterema różnymi atomami: atomem bromu, chloru, fluoru i wodoru.

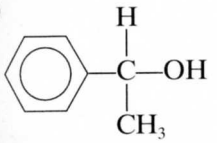


Cząsteczki, w których występuje asymetryczny atom węgla, są chiralne. Cząsteczki pozbawione asymetrycznego atomu węgla są natomiast w zdecydowanej większości przypadków achiralne.

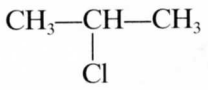
Przykład

Określ, czy poniższe cząsteczki zawierają asymetryczny atom węgla. Oznacz ten atom gwiazdką. Ustal, które z poniższych cząsteczek są chiralne.

a)

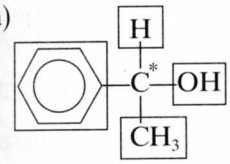


b)



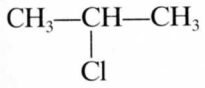
Rozwiązanie

a)



W powyższej cząsteczce oznaczono gwiazdką asymetryczny atom węgla – jest on połączony z czterema różnymi podstawnikami. Cząsteczka ta jest więc chiralna.

b)



W powyższej cząsteczce żaden z atomów węgla nie jest asymetryczny. Środkowy atom węgla jest połączony z dwoma jednakowymi podstawnikami $—CH_3$. Cząsteczka ta nie jest zatem chiralna.

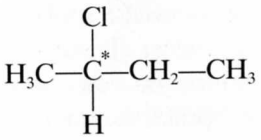
Cząsteczki chiralne występują w postaci dwu odmian przestrzennych tak zwanych **enancjomerów** będących swoimi odbiciami lustrzanymi. Enancjomery należą do stereoizomerów, różnią się bowiem jedynie przestrzennym rozmieszczeniem atomów w cząsteczce. W celu przedstawienia struktur enancjomerycznych nie można się posługiwać zwykłymi wzorami strukturalnymi, ponieważ nie pokazują one budowy przestrzennej związku. Należy używać wzorów przestrzennych lub tak zwanych **wzorów Fischera**.

Przykład

Narysuj wzór przestrzenny jednego z enancjomerów 2-chlorobutanu.

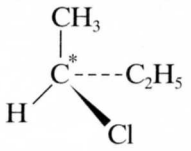
Rozwiązanie

1 krok. Wskazanie asymetrycznego atomu węgla.



2 krok. Narysowanie wzoru przestrzennego. W centrum powinien się znajdować asymetryczny atom węgla, a cztery związane z nim podstawniki należy rozmieścić w przestrzeni tak, jak są one ułożone w rzeczywistości. W tym celu posługujemy się notacją: wiązanie

narysowane za pomocą zwykłej kreski leży w płaszczyźnie rysunku, wiązanie zaznaczone jako pogrubiony klin znajduje się przed płaszczyzną rysunku, wiązanie oznaczone linią przerywaną znajduje się za płaszczyzną rysunku.

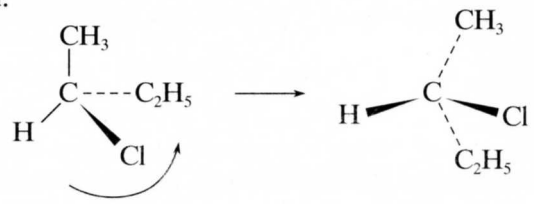


Przykład

Narysuj wzór Fischera przedstawionego powyżej enancjomeru 2-chlorobutanu.

Rozwiązanie

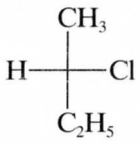
1 krok. Obrócenie wzoru przestrzennego w taki sposób, aby dwa wiązania wychodzące od asymetrycznego atomu węgla znajdowały się przed płaszczyzną rysunku, a pozostałe dwa za płaszczyzną rysunku.



obrót o niewielki kąt zgodnie z kierunkiem strzałki

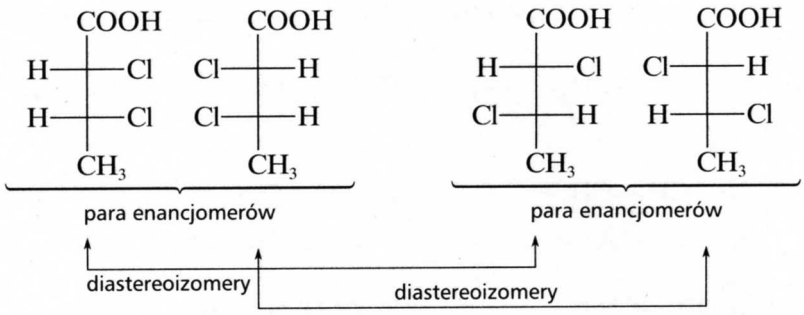
wzór po obrocie

2 krok. Narysowanie wzoru Fischera – wiązania leżące przed płaszczyzną rysunku zaznacza się jako poziome, wiązania leżące za płaszczyzną rysunku – jako pionowe. Asymetryczny atom węgla jest oznaczony jako punkt przecięcia się linii pionowych i poziomych.



Enancjomery danego związku skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego o ten sam kąt, ale w przeciwne strony. Jeden z enacjomerów jest zawsze lewoskrętny, co oznaczamy w jego nazwie symbolem (–), a drugi prawoskrętny, co oznaczamy symbolem (+). Równomolowa mieszanina enacjomerów danego związku, nazywana **mieszaniną racemiczną** bądź **racematem**, nie skręca płaszczyzny światła spolaryzowanego.

Cząsteczki, w których skład wchodzi więcej niż jeden asymetryczny atom węgla, tworzą poza enancjomerami inny rodzaj stereoizomerów – **diastereoizomery**. Diastereoizomery definiuje się jako stereoizomery nie będące swoimi lustrzanymi odbiciami. Relację przestrzenną między wszystkimi stereoizomerami kwasu 2,3-dichlorobutanowego przedstawiają wzory Fischera na stronie obok.

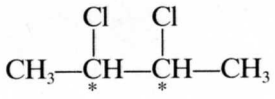


Przykład

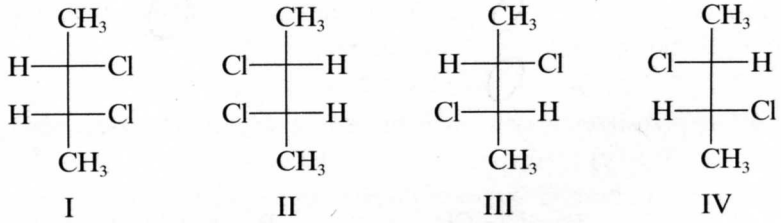
Narysuj wzory Fischera wszystkich stereoizomerów 2,3-dichlorobutanu.

Rozwiązanie

1 krok. Wskazanie asymetrycznych atomów węgla.

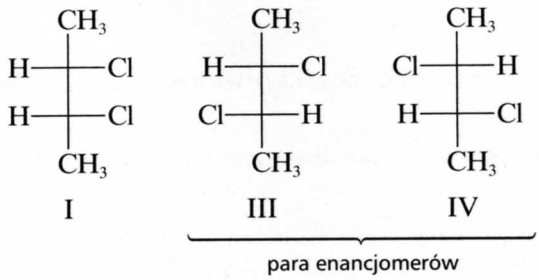


2 krok. Zapisanie wzorów Fischera z uwzględnieniem wszystkich możliwych położeń atomów H i Cl wokół dwu asymetrycznych atomów węgla.



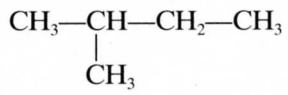
3 krok. Sprawdzenie, czy wśród narysowanych wzorów nie ma struktur identycznych. Ponieważ cząsteczka opisana wzorem I ma płaszczyznę symetrii, struktura II będąca jej lustrzanym odbiciem jest z nią identyczna.

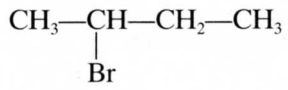
4 krok. Zapisanie wzorów stereoizomerów.

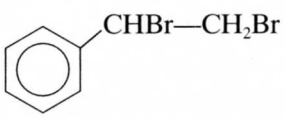


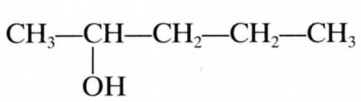
Struktury opisane wzorami I i III są względem siebie diastereoizomerami, podobnie jak wzory I i IV.

4.1. Wskaż, które z poniższych cząsteczek zawierają asymetryczne atomy węgla. Atomy te oznacz gwiazdką.

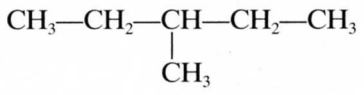
a) 

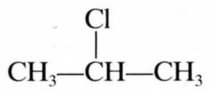
b) 

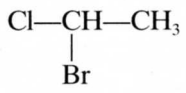
c) 

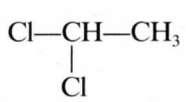
d) 

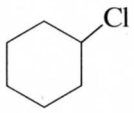
e) 

f) 

g) 

h) 

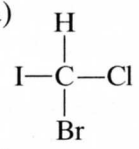
i) 

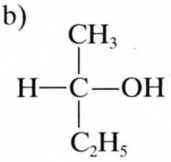
☆ j) 

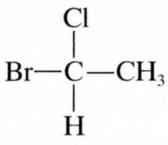
4.2. Określ, które z poniższych związków są chiralne:

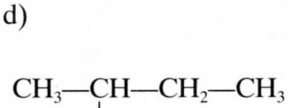
a) pentan-1-ol,
b) pentan-2-ol,
c) 1-bromo-1-chloroetan,
d) but-2-en,
e) 2,2-dibromoheksan,
f) 1,2-dibromoheksan,
g) 3-jodopentan,
h) 2-jodopentan,
i) toluen,
☆ j) 2-cykloheksylobutan.

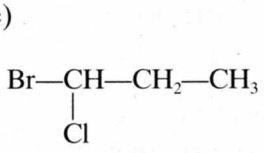
4.3. Narysuj wzory przestrzenne obu enancjomerów każdego z poniższych związków:

a) 

b) 

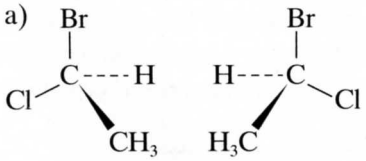
c) 

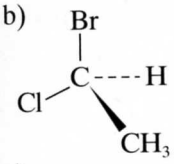
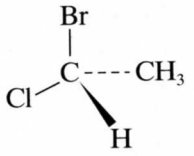
d) 

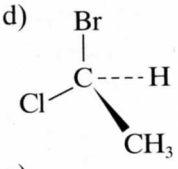
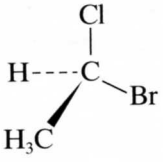
e) 

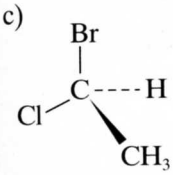
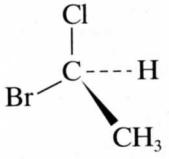
4.4. Narysuj wszystkie izomeryczne związki o wzorze $C_5H_{11}Br$, uwzględniając izomery optyczne.

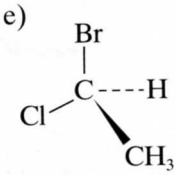
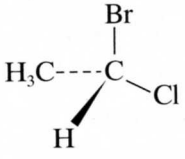
☆ **4.5.** Określ, które z poniższych par przedstawiają enancjomery, a które są identycznymi związkami:

a) 

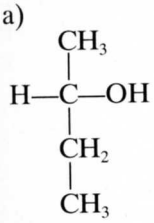
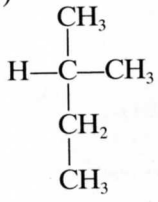
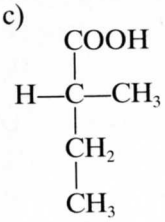
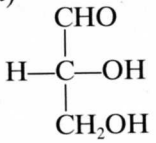
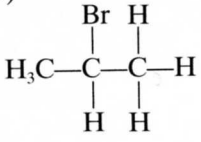
b) 


d) 


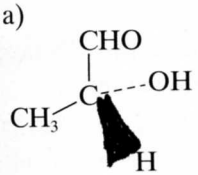
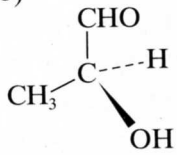
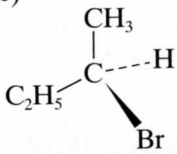
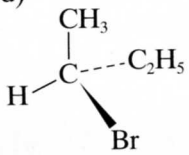
c) 


e) 


☆ **4.6.** Określ, które z poniższych związków są chiralne. Przedstaw za pomocą wzorów Fischera oba enancjomery każdego ze związków chiralnych.

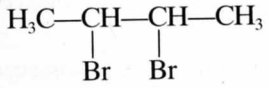
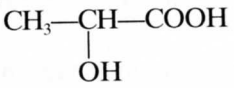
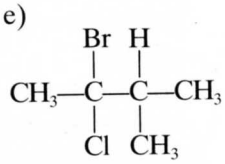
a) 
b) 
c) 
d) 
e) 

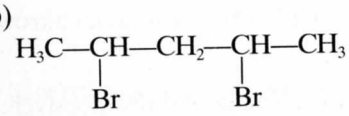
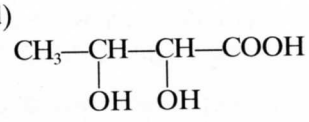
☆ **4.7.** Podane związki czynne optycznie, zilustrowane wzorami przestrzennymi, przedstaw za pomocą wzorów Fischera:

a) 
b) 
c) 
d) 

☆ **4.8.** Czy izomery *cis-trans* należą do diastereoizomerów? Uzasadnij odpowiedź.

☆ **4.9.** Określ, które z podanych związków mają więcej niż jedno centrum asymetrii, a zatem mogą tworzyć diastereoizomery:

a) 
c) 
e) 

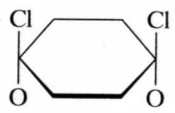
b) 
d) 

☆ **4.10.** Przedstaw za pomocą wzorów Fischera wszystkie stereoizomery butano-2,3-diolu. Określ, które z nich są względem siebie enancjomerami, a które diastereoizomerami.

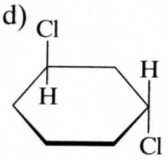
☆ **4.11.** Przedstaw za pomocą wzorów Fischera wszystkie stereoizomery kwasu 2,3-dichlorobutanowego. Określ, które z nich są względem siebie enancjomerami, a które diastereoizomerami.

☆ **4.12.** Określ, które z poniższych cząsteczek mają płaszczyznę symetrii. Na tej podstawie ustal, które z nich są chiralne.

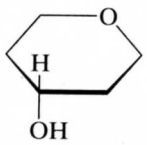
a)



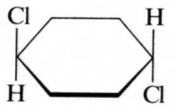
d)



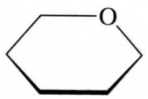
g)



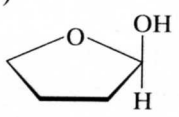
b)



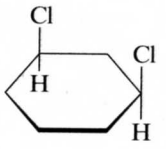
e)



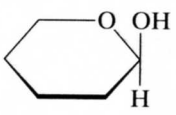
h)



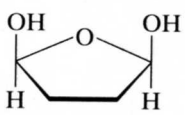
c)



f)



i)



4.13. W mieszaninie znajduje się 0,8 mola (–)-2-jodobutanu i 0,5 mola (+)-2-jodobutanu. Określ, w którą stronę mieszanina ta skręca płaszczyznę światła spolaryzowanego.

4.14. W mieszaninie racemicznej znajduje się 0,3 mola (+)-butan-2-olu. Oblicz, ile gramów formy lewoskrętnej butan-2-olu znajduje się w tej mieszaninie.

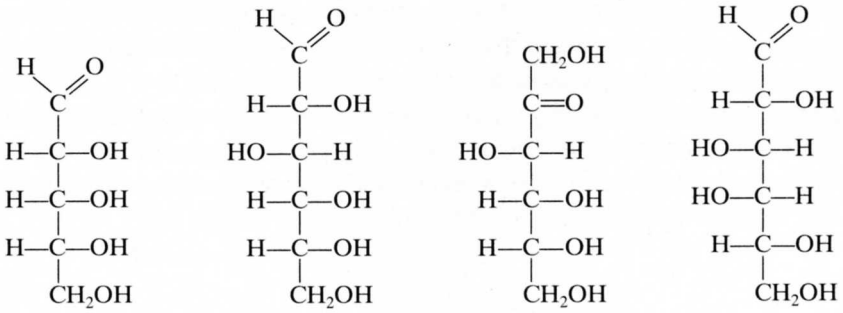
5. Związki wielofunkcyjne

Cukry

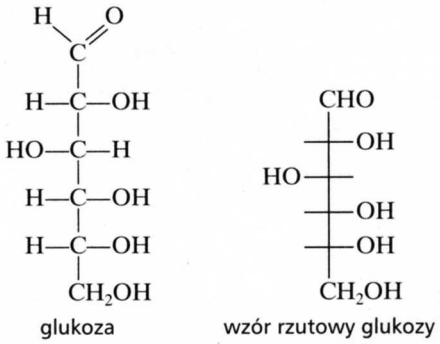
Cukry dzieli się najczęściej na trzy grupy związków:

- **cukry proste**, czyli monosacharydy, które nie ulegają hydrolizie do prostszych cząsteczek,
- **oligosacharydy**, czyli pochodne monosacharydów, zbudowane z kilku cząsteczek cukrów prostych (zazwyczaj od 2 do 9) połączonych wiązaniami glikozydowymi,
- **polisacharydy**, czyli cząsteczki zbudowane z ogromnej liczby cząsteczek cukrów prostych połączonych wiązaniami glikozydowymi.

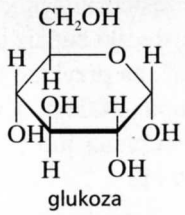
Zarówno oligosacharydy, jak i polisacharydy ulegają hydrolizie do cukrów prostych.
Cukry proste są cząsteczkami polihydroksyaldehydów i polihydroksyketonów, czyli cząsteczek mających wiele grup —OH i grupę karbonylową C=O. Cukry proste dzielimy na aldozy i ketozy, jeśli bierzemy pod uwagę położenie grupy karbonylowej, lub na tetrozy, pentozy, heksozy itd., gdy bierzemy pod uwagę długość łańcucha w cząsteczce. W przyrodzie największe znaczenie mają heksozy i pentozy. Wzory najpopularniejszych cukrów prostych podano na stronie obok.



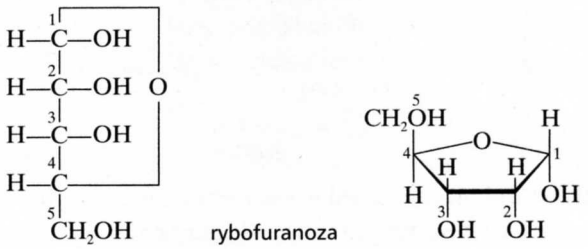
Cząsteczki cukrów najczęściej występują w postaci pierścieniowej (hemiacetalowej), tworząc pierścienie furanozowe (5-członowe) i piranozowe (6-członowe).
Wzory cukrów prostych podaje się zazwyczaj w postaci wzorów rzutowych Fischera:



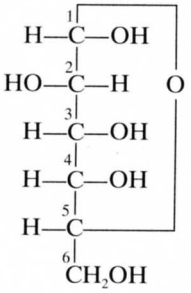
Cukry proste zalicza się do szeregu D lub L, zależnie od położenia grupy —OH połączonej z ostatnim asymetrycznym atomem węgla w cząsteczce. Jeśli grupa ta w cukrze przedstawionym za pomocą wzoru Fischera położona jest po lewej stronie cząsteczki, to cukier zaliczamy do szeregu L, jeśli położona jest po stronie prawej – zaliczamy go do szeregu D.
Cykliczne formy cukrów przedstawia się zazwyczaj w postaci wzoru Hawortha:



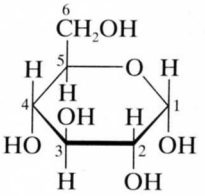
Wzór Hawortha wyprowadza się ze wzoru Fischera w następujący sposób:



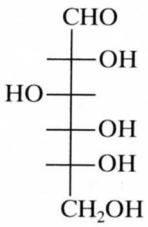
Jeżeli pierścień składa się z pięciu członów (pierścień furanozowy), to w konwencji Hawortha rysuje się go tak, aby atom tlenu położony był w szczycie cząsteczki, a całą cząsteczkę traktuje się jako prostopadłą do płaszczyzny papieru.
W pierścieniu furanozowym atomy węgla numeruje się od strony prawej do lewej.
Jeżeli pierścień jest utworzony z sześciu członów (pierścień piranozowy), to w konwencji Hawortha rysuje się atom tlenu w prawym górnym rogu cząsteczki, a całą cząsteczkę, jak poprzednio, traktuje się jako prostopadłą do płaszczyzny kartki.



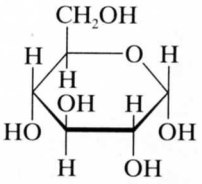
glukopiranoza



W pierścieniu piranozowym atomy węgla numeruje się także od prawej do lewej.
Grupy OH znajduje się we wzorze Fischera po prawej stronie cząsteczki, w konwencji Hawortha są rysowane pod płaszczyzną pierścienia, natomiast zapisane po lewej stronie wzoru cząsteczki – są rysowane nad płaszczyzną.

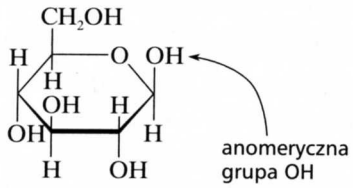


glukoza w postaci wzoru rzutowego Fischera

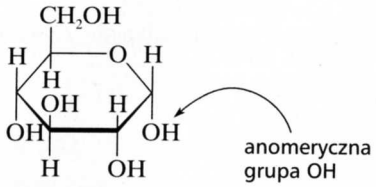


glukoza w postaci wzoru Hawortha

W nazwie podaje się zawsze rodzaj cząsteczki cyklicznej tworzonej przez cukier. Jeżeli pierścień jest furanozowy to nazwa cząsteczki będzie się rozpoczynała od nazwy cukru, do której dodaje się określenie „furanoza", na przykład fruktofuranoza.
W strukturze pierścieniowej cukru grupa —OH przy węglu C_1 (w aldozach) lub C_2 (w ketozach) może być położona nad płaszczyzną lub pod płaszczyzną pierścienia, tworząc dwie odmiany nazywane anomerami α i β.



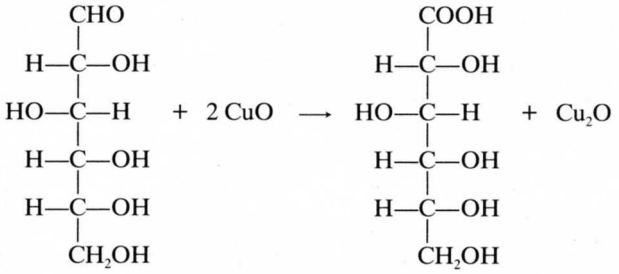
glukoza w postaci anomeru β



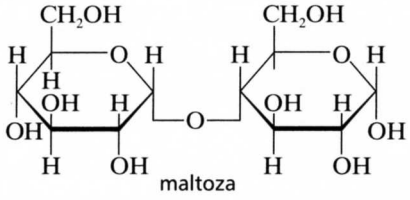
glukoza w postaci anomeru α

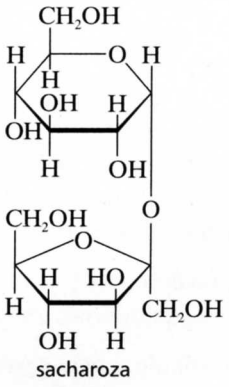
Anomeryczna grupa —OH bierze udział w tworzeniu wiązania glikozydowego cukru.
Cukry proste w środowisku zasadowym mogą ulegać przegrupowaniu wewnątrzcząstecz-

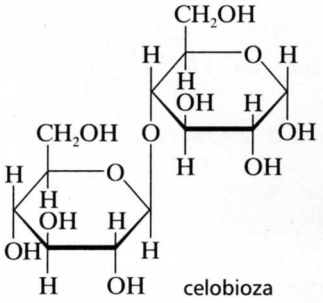
kowemu, tworząc formy enolowe. Cecha ta pozwala na przechodzenie ketozy w aldozę, dzięki czemu możliwe jest utlenianie zarówno aldoz, jak i ketoz.
Wszystkie cukry proste ulegają próbie Tollensa i Trommera, utleniając się do odpowiednich kwasów. Na przykład próba Trommera dla glukozy może być opisana równaniem:

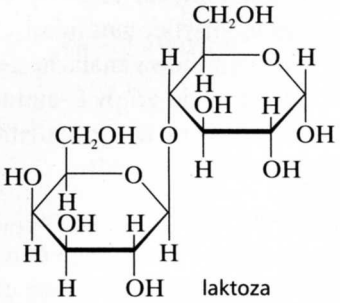


Najczęściej spotykanymi dwucukrami są maltoza, sacharoza, celobioza i laktoza o następujących wzorach:









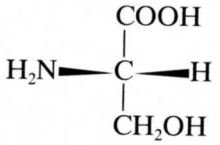
Z powyższych dwucukrów tylko sacharoza nie wykazuje własności redukujących, gdyż obie anomeryczne grupy —OH są wykorzystane do tworzenia wiązania glikozydowego.
Skrobię i celulozę zalicza się do polisacharydów. Oba związki są zbudowane z cząsteczek glukozy połączonych w przypadku skrobi wiązaniami α-glikozydowymi, a w przypadku celulozy – wiązaniami β-glikozydowymi.
Zarówno cukry proste, jak i cukry wielkocząsteczkowe ulegają estryfikacji za pomocą kwasów organicznych i nieorganicznych. Do najbardziej znanych i najpowszechniej stosowanych estrów zalicza się triazotan celulozy (składnik prochu bezdymnego) i trioctan celulozy (surowiec do produkcji sztucznego jedwabiu).

Aminokwasy i białka

Aminokwasy są zaliczane do związków wielofunkcyjnych. Wszystkie aminokwasy będące elementami budującymi białka są α-L-aminokwasami, co oznacza, że mają grupę aminową przy atomie węgla położonym bezpośrednio za grupą karboksylową. Oznaczenie L odnosi się do położenia grupy aminowej w łańcuchu aminokwasu. Ponieważ większość aminokwasów zawiera asymetryczny atom węgla, określa się dokładnie strukturę przestrzenną aminokwasu oraz kierunek skręcenia kąta światła spolaryzowanego.

Przykład

Podaj nazwę systematyczną i nazwę zwyczajową poniższego aminokwasu. Określ, czy należy on do grupy α-L-aminokwasów oraz poszukaj w dostępnych ci źródłach, czy jest to aminokwas prawo- czy lewoskrętny:



Rozwiązanie

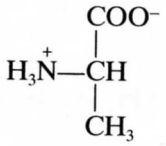
1 krok. Ustalenie nazw aminokwasów.
Nazwa systematyczna to kwas 2-amino-3-hydroksypropanowy, nazwa zwyczajowa – kwas α-amino-β-hydroksypropionowy, a nazwa stosowana w biochemii – seryna (Ser).

2 krok. Określenie, czy jest to α-, czy β-aminokwas.
Ponieważ grupa aminowa znajduje się obok grupy karboksylowej, jest to α-aminokwas.

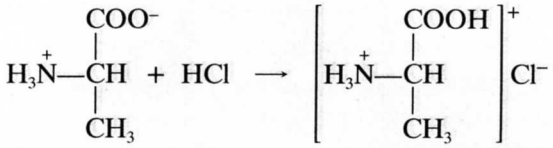
3 krok. Określenie, czy jest to aminokwas z grupy L-, czy D-aminokwasów.
Po ustawieniu aminokwasu tak, aby grupa karboksylowa była położona jak najwyżej i „pod płaszczyzną" kartki, natomiast grupa $—CH_2OH$ jak najniżej i też „pod płaszczyzną" kartki, grupa aminowa znalazła się „nad płaszczyzną" kartki po lewej stronie. Aminokwas taki zaliczamy do grupy L-aminokwasów.
(Dla aminokwasu z grupy D – grupa aminowa po takim ustawieniu cząsteczki znalazłaby się po prawej stronie cząsteczki).

4 krok. Określenie kierunku skręcenia kąta światła spolaryzowanego, czyli przypisanie aminokwasu do grupy (+) lub (–) aminokwasów.
Ponieważ nie można określić, patrząc na strukturę cząsteczki, czy aminokwas jest prawo- czy lewoskrętny, należy zbadać jego skręcalność lub poszukać danych w literaturze fachowej. Seryna jest aminokwasem (–), czyli lewoskrętnym.

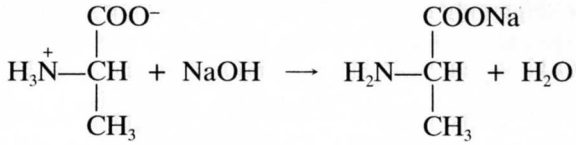
Aminokwasy zawierają dwie grupy reaktywne – grupę aminową i grupę karboksylową, dzięki czemu cząsteczka tworzy jony obojnacze, reaguje z kwasami i z zasadami.
Na przykład alanina tworzy następujący jon obojnaczy:



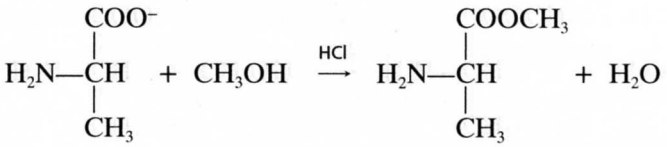
Reaguje z kwasami zgodnie z równaniem:



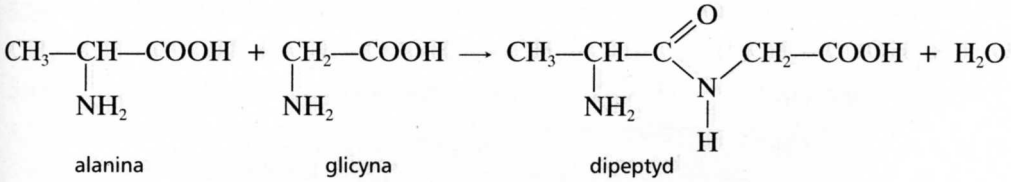
Reaguje z zasadami w następujący sposób:



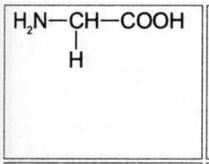
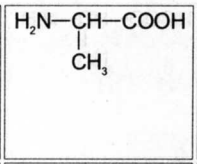
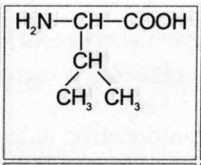
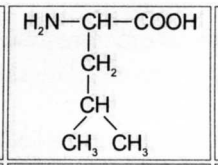
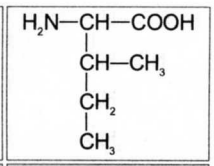
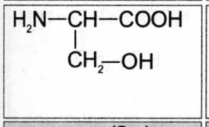
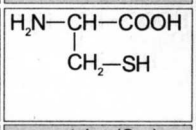
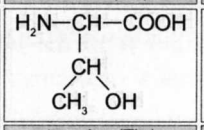
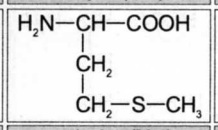
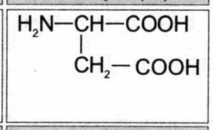
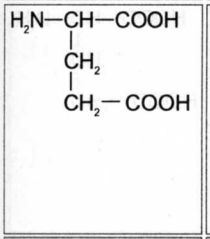
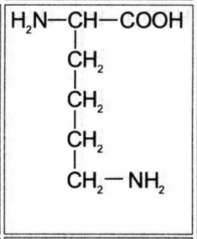
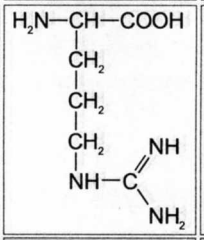
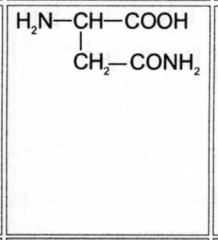
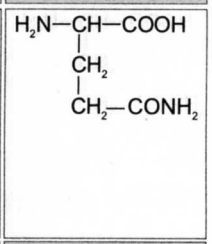
Aminokwasy ulegają reakcji estryfikacji przez ogrzanie z alkoholem w obecności chlorowodoru na przykład:

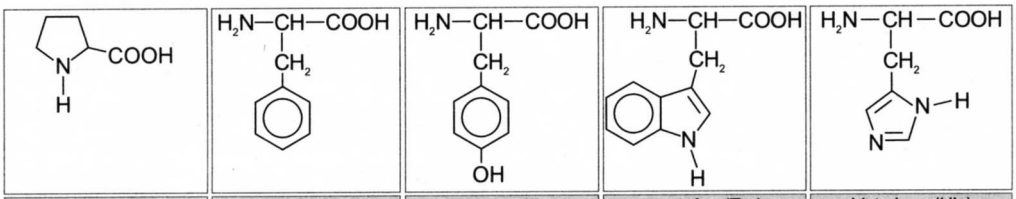


Najważniejszą reakcją aminokwasów jest tworzenie peptydów, czyli amidów zbudowanych z cząsteczek aminokwasów. Grupa aminowa jednego aminokwasu może się połączyć z grupą karboksylową drugiego aminokwasu:



alanina glicyna dipeptyd

				
glicyna (Gly)	alanina (Ala)	walina (Val)	leucyna (Leu)	izoleucyna (Ile)
				
seryna (Ser)	cysteina (Cys)	treonina (Thr)	metionina (Met)	kwas asparaginowy (Asp)
				
kwas glutaminowy (Glu)	lizyna (Lys)	arginina (Arg)	asparagina (Asn)	glutamina (Gln)



prolina (Pro)	fenyloanina (Phe)	tyrozyna (Tyr)	tryptofan (Trp)	histydyna (His)

Peptydy mogą się łączyć z aminokwasami w długie łańcuchy nazywane białkami. Białka mają bardzo zróżnicowane rozmiary i kształty. Odkształcenie struktury tych związków nazywane jest denaturacją odwracalną lub nieodwracalną. Pod wpływem niektórych soli (np. NaCl, $(NH_4)_2SO_4$) białka ulegają denaturacji odwracalnej nazywanej wysoleniem białka, czyli koagulacją:

$$\text{zol} \underset{\text{peptyzacja}}{\overset{\text{koagulacja}}{\rightleftharpoons}} \text{żel}$$

Pod wpływem soli metali ciężkich, etanolu lub wysokiej temperatury białka ulegają denaturacji nieodwracalnej.

Węglowodany

5.1. Wśród podanych związków wskaż:
a) aldozy, b) ketozy.

I. $CH_2(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO$

II. $CH_2(OH)-CH(OH)-CHO$

III. $CH_2(OH)-C(=O)-CH_2(OH)$

IV. $CH_2(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO$

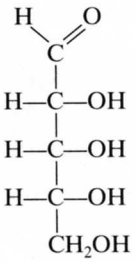
V. $CH_2(OH)-CH(OH)-CH(OH)-C(=O)-CH_2(OH)$

VI. $CH_2(OH)-CH(OH)-C(=O)-CH_2(OH)$

5.2. Zapisz wzory Fischera wszystkich aldotetroz należących do szeregu D.

5.3. Ustal, ile stereoizomerów posiada forma łańcuchowa aldopentozy.

5.4. Rzutowy wzór Fischera rybozy wygląda następująco:

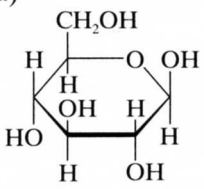


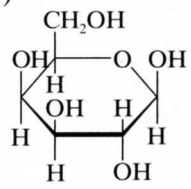
Podaj wzory pierścieniowe α i β rybozy.

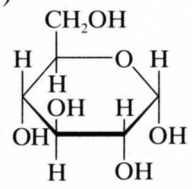
5.5. Częściowa redukcja rybozy prowadzi do otrzymania D-2-deoksyrybozy, która jest głównym składnikiem DNA. Zapisz wzór formy pierścieniowej α-D-2-deoksyrybozy.

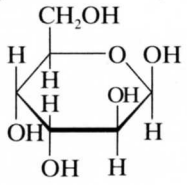
5.6. Fruktoza, nazywana cukrem owocowym, jest przedstawicielem ketoheksoz. Zapisz wzór rzutowy Fischera oraz wzór Hawortha α-D-fruktofuranozy.

5.7. Wśród podanych wzorów Hawortha wskaż wzór α-D-(+)-glukozy:

a) 

b) 

c) 

d) 

5.8. Zdefiniuj podane pojęcia, ilustrując je odpowiednimi przykładami i wzorami związków:

a) heksoza,
b) aldopentoza,
c) disacharyd,
d) wiązanie glikozydowe,
e) cukier prosty,
f) α-maltoza,
g) α-D-glukopiranoza.

☆ **5.9.** Wyjaśnij na przykładzie glukozy zjawisko mutarotacji.

5.10. W wyniku redukcji grupy aldehydowej glukozy otrzymujemy sorbitol, czyli alkohol heksahydroksylowy. Narysuj wzór tego alkoholu.

☆ **5.11.** Wyjaśnij, dlaczego fruktoza daje pozytywny wynik podczas próby Trommera.

5.12. Wyjaśnij w jaki sposób można doświadczalnie odróżnić wodne roztwory:

a) glukozy i glicerolu,
☆ b) glukozy i fruktozy.

5.13. Glukoza powstaje w procesie fotosyntezy. Napisz równanie tej reakcji i oblicz, ile m^3 tlenku węgla(IV), odmierzonego w warunkach normalnych, potrzeba do otrzymania 1 t glukozy.

5.14. Pewien cukier zawiera 40% węgla, 6,7% wodoru oraz tlen. Wyznacz jego wzór sumaryczny, jeżeli jego masa molowa wynosi 150 g/mol.

5.15. Oblicz, ile gramów srebra wydzieli się w reakcji 135 g glukozy z odczynnikiem Tollensa. Podaj nazwę kwasu otrzymanego w wyniku tej reakcji.

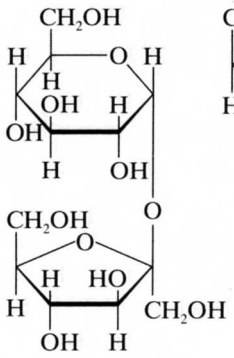
5.16. Oblicz stężenie procentowe glukozy, jeżeli w trakcie próby Trommera z próbki roztworu glukozy o masie 150 g otrzymano 36 g tlenku miedzi(I).

☆ **5.17.** W 400 g wody rozpuszczono 135 g glukozy, którą następnie poddano procesowi fermentacji. Oblicz stężenie procentowe powstałego etanolu, zakładając, że proces fermentacji przebiegł do końca.

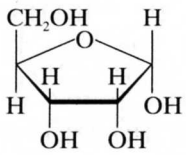
5.18. Wyznacz objętość tlenku węgla(IV), jaka wydzieli się w warunkach normalnych podczas fermentacji alkoholowej 1 kg glukozy, jeżeli proces przebiega z 60% wydajnością.

5.19. Które z podanych wzorów przedstawiają cukry wykazujące właściwości redukujące?

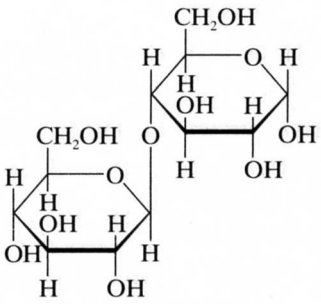
a)



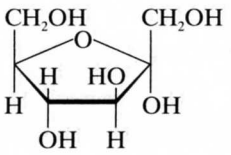
b)



c)



d)



5.20. Zapisz wzory formy pierścieniowej disacharydu, wiedząc, że występuje w nim wiązanie α-1,4-glikozydowe, a produktem reakcji hydrolizy tego disacharydu jest glukoza.

5.21. Zapisz wzór cząsteczki sacharozy w konwencji Hawortha.

5.22. Wyjaśnij, dlaczego zhydrolizowana sacharoza jest nazywana cukrem inwertowanym.

5.23. Analizując budowę cząsteczek, wyjaśnij, dlaczego sacharoza nie ma właściwości redukujących – w przeciwieństwie do maltozy.

☆ **5.24.** Narysuj wzór cząsteczki cukru, jeśli wiesz, że związek ten jest dwucukrem nieredukującym, zbudowanym z cząsteczki α-D-glukopiranozy i β-D-glukopiranozy.

5.25. Wyjaśnij różnice w budowie cząsteczek amylozy i amylopektyny.

5.26. Próba jodoskrobiowa umożliwia wykrycie amylozy, nie daje natomiast pozytywnego efektu w przypadku amylopektyny. Wyjaśnij przyczynę tego zjawiska.

5.27. Wyjaśnij, dlaczego skrobia i glikogen dają po ogrzaniu z roztworem wodnym kwasu solnego dodatni wynik reakcji z odczynnikiem Fehlinga, a ujemny – w reakcji z jodem.

☆ **5.28.** Z podanych związków: D-glukoza, sacharoza, D-ryboza, celuloza, aldehyd glicerynowy, dihydroksyaceton, fruktoza, glikogen, maltoza, laktoza, α-metyloglukopiranozyd wybierz:
a) związki dające pozytywny wynik podczas próby Fehlinga,
b) związki ulegające hydrolizie.

5.29. Zaproponuj doświadczalny sposób odróżnienia wodnych roztworów:
a) glukozy i sacharozy, ☆ b) laktozy i sacharozy.

☆ **5.30.** Zaproponuj, jak doświadczalnie można odróżnić:
a) laktozę od skrobi,
b) amylozę od glukozy,
c) celulozę od celobiozy.

5.31. Proch bezdymny zawiera głównie ester celulozy i kwasu azotowego(V) o nazwie triazotan(V) celulozy. Narysuj wzór fragmentu cząsteczki tego związku.

5.32. Trioctan celulozy jest otrzymywany w procesie estryfikacji celulozy kwasem octowym w obecności kwasu siarkowego(VI). Podaj wzór fragmentu cząsteczki trioctanu oraz zastosowanie tego związku.

5.33. Zapisz równania reakcji przedstawionych schematem:

$$\text{skrobia} \xrightarrow[\text{HCl}]{H_2O} A \xrightarrow{\text{fermentacja}} B \xrightarrow{[O]} C \xrightarrow{\text{związek B}} D$$

☆ **5.34.** Zaproponuj, w jaki sposób można doświadczalnie odróżnić jedwab naturalny od jedwabiu sztucznego.

☆ **5.35.** Jednym ze sposobów oznaczania ilości glukozy jest metoda jodometryczna, której przebieg opisuje równanie:

$$C_6H_{12}O_6 + I_2 + 2\,KOH \longrightarrow C_6H_{12}O_7 + 2\,KI + H_2O$$

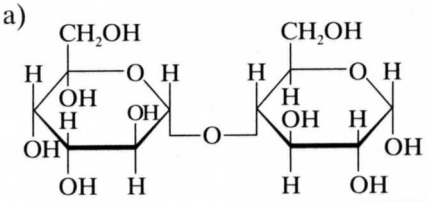
Oblicz, ile gramów glukozy znajduje się w 600 g roztworu, jeżeli na zmiareczkowanie próbki roztworu o masie 50 g zużyto100 cm^3 0,1-molowego roztworu jodu.

Zadania testowe

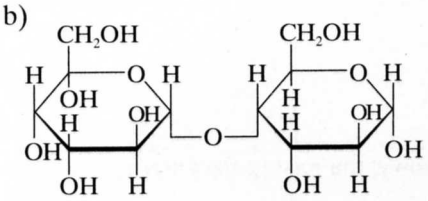
5.36.

1. Maltoza zbudowana z dwóch cząsteczek glukozy połączonych wiązaniem α-1,4-glikozydowym jest przedstawiona za pomocą wzoru:

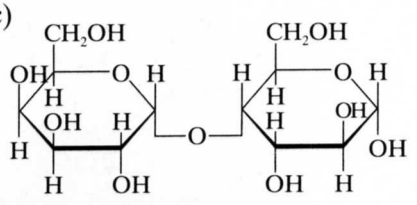
a)



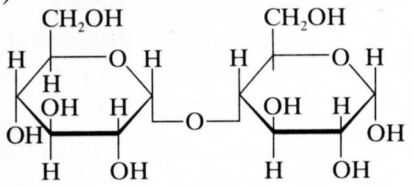
b)



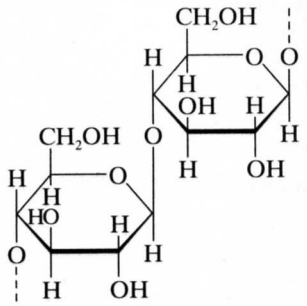
c)



d)



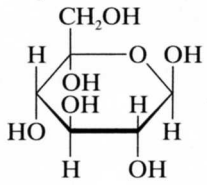
2. Poniższy zapis:

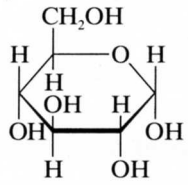


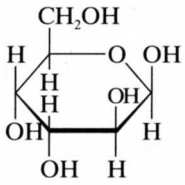
przedstawia fragment cząsteczki:

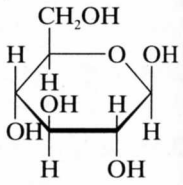
a) celobiozy,
b) celulozy,
c) amylopektyny,
d) amylozy.

3. Pierścieniową postać anomeru β glukozy przedstawia wzór:

a) 

b) 

c) 

d) 

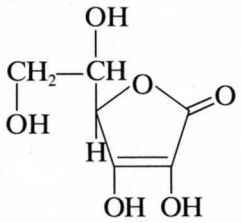
4. Podczas fotosyntezy z tlenku węgla(IV) i wody powstają glukoza i tlen. Oblicz, ile m^3 tlenu wydziela się w reakcji fotosyntezy, jeśli powstało 9000 g glukozy.
   a) 200 m^3, c) 6,72 m^3,
   b) 600 m^3, d) 5,12 m^3.

5. W celu odróżnienia glukozy od sacharozy należy:
   a) przeprowadzić dla obu cukrów próbę Trommera,
   b) przeprowadzić dla obu cukrów próbę tworzenia barwnego kompleksu z $Cu(OH)_2$,
   c) przeprowadzić dla obu cukrów próbę z płynem Lugola, czyli roztworem I_2 w KI,
   d) porównać barwę obu cukrów.

6. Mleko zawiera około 4% laktozy. Oblicz, ile gramów laktozy spożywa człowiek wypijający rano i wieczorem po szklance mleka (przyjmij, że masa szklanki mleka wynosi 250 g):
   a) 40 g, c) 20 g,
   b) 8 g, d) 10 g.

7. Etanol otrzymuje się ze skrobi w wyniku:
   a) fermentacji octowej,
   b) fermentacji drożdżowej,
   c) hydrolizy skrobiowej,
   d) dekantacji skrobi.

8. Witamina C, czyli kwas L-askorbinowy, ma następujący wzór:



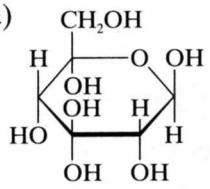
   Obliczona zawartość procentowa węgla w tym związku wynosi:
   a) 72%, c) 50%,
   b) 41%, d) 60%.

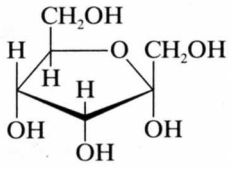
9. Glukoza jest cząsteczką wchodzącą w skład:
   a) celulozy, skrobi, rybozy,
   b) skrobi, laktozy, fruktozy,
   c) skrobi, sacharozy, laktozy,
   d) fruktozy, celulozy, skrobi.

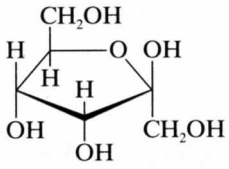
10. Podczas przeprowadzania fermentacji alkoholowej cukru należy:
    a) szczelnie zamknąć naczynie z fermentującym roztworem, aby powstający alkohol nie ulegał przetworzeniu w kwas octowy,
    b) szczelnie zamknąć naczynie z fermentującym roztworem, aby powstający alkohol nie odparowywał z roztworu,
    c) zamknąć naczynie w taki sposób, aby nie dopuścić powietrza do wnętrza naczynia, a jednocześnie umożliwić wydostawanie się gazów z naczynia na zewnątrz,
    d) pozostawić naczynie otwarte, aby tlen z powietrza przyspieszał fermentację.

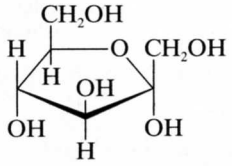
☆ **5.37.**

1. Wśród podanych wzorów wskaż wzór α-fruktofuranozy:

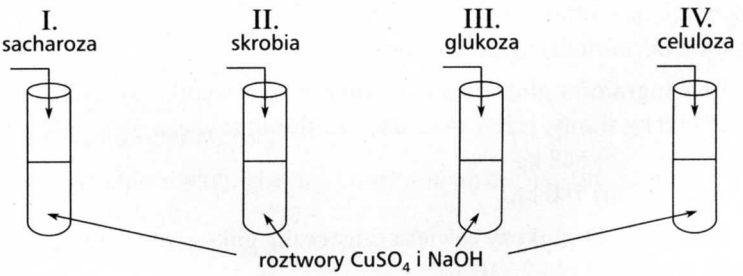
a)


c)


b)


d)


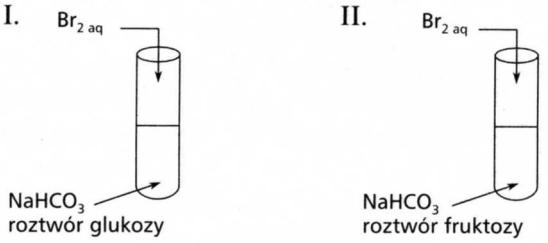
2. Przeprowadzono następujące doświadczenia:



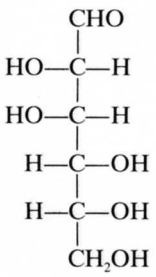
Wskaż, w której probówce po ogrzaniu nastąpi wytrącenie się osadu Cu_2O:
a) I, II, b) II, IV, c) I, III, d) tylko III.

3. Przyczyną inwersji kąta skręcania światła spolaryzowanego przechodzącego przez ogrzewany i zakwaszony roztwór sacharozy jest:
    a) przejście formy łańcuchowej sacharozy w formę pierścieniową,
    b) przemiana D-sacharozy w L-sacharozę,
    c) hydroliza sacharozy,
    d) przemiana α-sacharozy w β-sacharozę.
4. Podczas fermentacji 45 g glukozy można otrzymać:
    a) 46 g etanolu i 11,2 dm^3 CO_2,
    b) 92 g etanolu i 22,4 dm^3 CO_2,
    c) 23 g etanolu i 11,2 dm^3 CO_2,
    d) 23 g etanolu i 22,4 dm^3 CO_2.

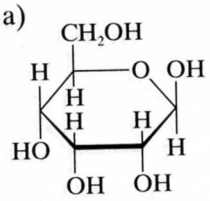
5. Pewien disacharyd poddano hydrolizie, otrzymując glukozę i galaktozę. Związkiem tym była:
   a) sacharoza, c) laktoza,
   b) maltoza, d) celobioza.
6. Proch bezdymny otrzymujemy w reakcji:
   a) nitrowania celulozy kwasem azotowym(V),
   b) estryfikacji celulozy kwasem azotowym(V),
   c) nitryfikacji celulozy,
   d) wszystkie odpowiedzi są poprawne.
7. Przeprowadzono następujące doświadczenie:

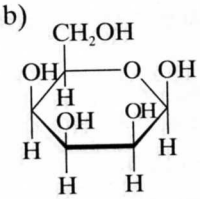


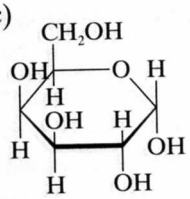
   Reakcja utlenienia cukru zaszła w probówce:
   a) I, II, b) I, c) II, d) żadnej.
8. W celu odróżnienia skrobi od laktozy należy podziałać na roztwory obu cukrów:
   a) odczynnikiem Lugola,
   b) odczynnikiem Fehlinga,
   c) odczynnikiem Trommera,
   d) wszystkie odpowiedzi są prawidłowe.
9. Oblicz, ile kilogramów glukozy można otrzymać w wyniku hydrolizy celulozy zawartej w 1000 kg słomy, jeżeli wiadomo, że słoma zawiera 36% celulozy:
   a) 400 kg, c) 648 kg,
   b) 360 kg, d) 180 kg.
10. Oblicz, ile reszt α-D-glukozy zawiera cząsteczka glikogenu, jeżeli jego masa cząsteczkowa wynosi około $2 \cdot 10^6$ u:
    a) 11111, c) 25000,
    b) 12345, d) 56000.
11. Pierścień piranozowy cukru o wzorze:

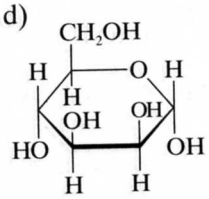


    przedstawiony w konwencji Hawortha ma postać:

a) 

b) 

c) 

d) 

12. Mleko zawiera około 4% laktozy. Oblicz ile gramów glukozy spożywa człowiek wypijający rano i wieczorem po szklance mleka (przyjmij, że masa szklanki mleka wynosi 250 g):
    a) 10,53 g, c) 20 g,
    b) 21,05 g, d) 10 g.

Aminokwasy, peptydy i białka

5.38. Zapisz wzory strukturalne następujących związków:
a) kwasu 2-aminopropanowego,
b) kwasu α-aminomasłowego,
c) kwasu 2,6-diaminoheksanowego,
d) kwasu 2-amino-4-fenylopentanowego.

5.39. Zapisz wzory strukturalne wszystkich aminokwasów o wzorze sumarycznym $C_4H_9O_2N$. Podaj nazwy tych związków. Wskaż wszystkie asymetryczne atomy węgla występujące w ich cząsteczkach.

5.40. Określ, które z poniższych aminokwasów są α-aminokwasami:
a) kwas 2-aminobutanowy,
b) kwas 3-aminopropanowy,
c) kwas aminooctowy,
d) kwas 2-aminopentanowy.

5.41. Napisz równania reakcji glicyny z następującymi substancjami:
a) z kwasem solnym,
b) z wodorotlenkiem potasu,
c) z etanolem.

5.42. Alanina w roztworze o pH=6 występuje w postaci jonu obojnaczego. Podaj wzór:
a) tego jonu,
b) alaniny występującej w roztworze o pH=8,
c) alaniny występującej w roztworze o pH=4.

☆ **5.43.** Zapisz wzory form kwasu asparaginowego i lizyny, występujących w roztworze
a) silnie kwasowym, b) silnie zasadowym.

5.44. Podaj wzory związków oznaczonych na poniższych schematach literami A, B, C:

a) $CH_3COOH \xrightarrow[\text{temp.}]{Cl_2} A \xrightarrow{NH_3} B$

c) $CH_3CH_2COOH \xrightarrow[\text{temp.}]{Cl_2} A \xrightarrow{NH_3} B \xrightarrow{NaOH} C$

b) $NH_2CH_2—COONa \xrightarrow{HCl} A$

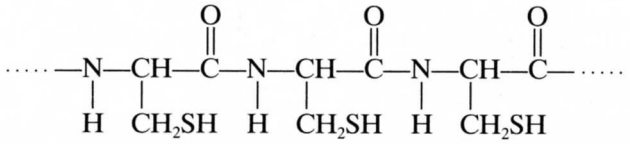
5.45. Oblicz wagową zawartość procentową poszczególnych pierwiastków w kwasie glutaminowym.

☆ **5.46.** Aminokwas białkowy o masie molowej 105 g/mol zawiera wagowo 34,29% węgla, 6,67% wodoru, 45,71% tlenu oraz 13,33% azotu. Ustal wzór sumaryczny tego aminokwasu oraz podaj jego nazwę zwyczajową.

5.47. Zapisz równania reakcji otrzymywania dipeptydów:
a) glicyloglicyny,
b) alanyloglicyny.

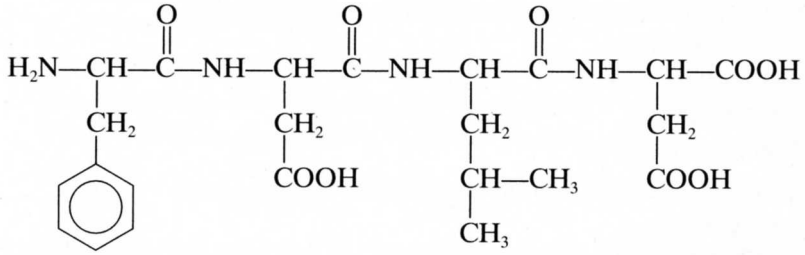
5.48. Ustal, ile różnych:
a) dipeptydów,
☆ b) tripeptydów,
można otrzymać, dysponując jedynie glicyną i alaniną. Odpowiedź uzasadnij, zapisując sekwencje tych peptydów.

5.49. Określoną liczbę cząstek aminokwasu poddano kondensacji, uzyskując polipeptyd. Fragment łańcucha tego peptydu przedstawiono poniżej:



Odpowiedz, jaki aminokwas poddano polikondensacji.

5.50. Zapisz wzory aminokwasów, które powstaną w wyniku hydrolizy peptydu o wzorze:



5.51. Glutation występujący w wątrobie, żółtkach jaj i czerwonych ciałkach krwi jest tripeptydem, który można zapisać w postaci Glu—Cys—Gly. Zapisz jego wzór półstukturalny i oblicz procentową zawartość wagową azotu w tym związku.

5.52. Cząsteczka pewnego pentapeptydu zawiera 7 atomów azotu. Oblicz, ile cząsteczek lizyny powstanie podczas hydrolizy jednej cząsteczki tego pentapeptydu, jeśli peptyd ten hydrolizuje do lizyny i alaniny.

5.53. Wyjaśnij, dlaczego białka rozpuszczalne w wodzie tworzą układy koloidalne.

5.54. Odpowiedz, jakie zmiany zajdą po dodaniu do roztworu białka:
a) chlorku sodu,
b) azotanu(V) srebra.
Ustal, w którym przypadku można cofnąć te zmiany, silnie rozcieńczając roztwór wodą destylowaną.

5.55. Odpowiedz, które z wymienionych substancji powodują denaturację białek:

a) chlorek sodu,
b) siarczan(VI) miedzi(II),
c) siarczan(VI) amonu,
d) siarczan(VI) magnezu,
e) azotan(V) ołowiu(II),
f) etanol.

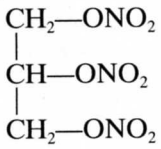
5.56. Do albuminy dodano kilka kropel stężonego kwasu azotowego(V). Opisz zmiany, jakie zaobserwowano. Wyjaśnij, o czym one świadczą?

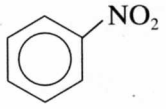
5.57. Próba ksantoproteinowa służąca do wykrywania białek polega na poddaniu białka reakcji ze stężonym kwasem azotowym(V). Następuje wtedy nitrowanie aromatycznych łańcuchów bocznych aminokwasów wchodzących w skład białka. Zapisz wzór strukturalny produktu nitrowania tyrozyny.

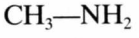
Zadania testowe

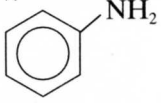
5.58.

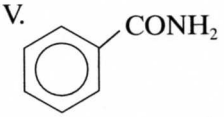
1. Uzupełnij tabelę, przyporządkowując podane niżej związki do odpowiednich grup:

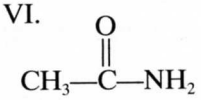
I. 

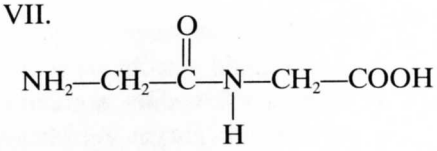
II. 

III. 

IV. 

V. 

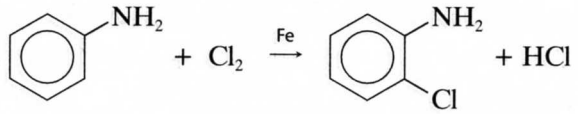
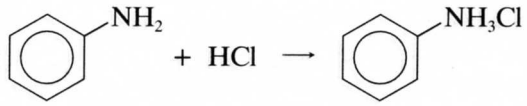
VI. 

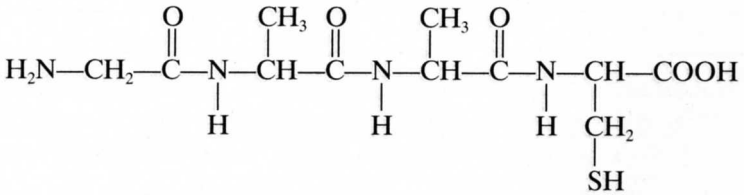
VII. 

Nazwa grupy	Numer związku
aminy	
estry	
nitrozwiązki	
amidy	
peptydy	

2. Podaj nazwy związków, których wzory przedstawiono w zadaniu 1.

I. .....
II. .....
III. .....
IV. .....
V. .....
VI. .....
VII. .....

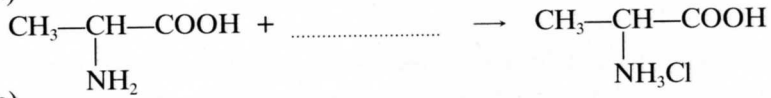
3. Krople wodnych roztworów glicyny, alaniny, etyloaminy i mocznika naniesiono na papierki uniwersalne. Papierek zabarwi się na niebiesko:
   a) w roztworze glicyny,
   b) w roztworze alaniny,
   c) w roztworze etyloaminy,
   d) w roztworze mocznika.
4. W temperaturze 200°C i pod zwiększonym ciśnieniem synteza mocznika przebiega z wydajnością 80%. Oblicz, ile gramów mocznika otrzymano, jeżeli zużyto 56 g amoniaku i stechiometryczną ilość tlenku węgla(IV).
   a) 50,5 g, c) 98,8 g,
   b) 79,1 g, d) 123,5 g.
5. Wskaż równanie, które nie opisuje zasadowego charakteru amin:
   a) $CH_3NH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3NH_3^+ + OH^-$
   b) $CH_3NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3NH_3^+Cl$
   c) 
   d) 
6. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki ulegające hydrolizie:
   a) acetamid, nitrobenzen, białko,
   b) mocznik, anilina, acetamid,
   c) mocznik, glicyna, nitrobenzen,
   d) mocznik, acetamid, białko.
7. W wyniku hydrolizy 1 mola związku przedstawionego wzorem:



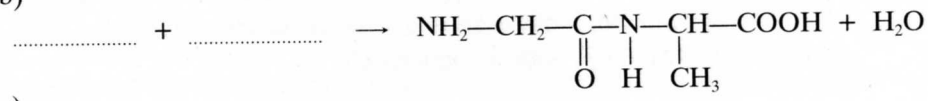
   otrzymujemy:
   a) 2 mole alaniny, 1 mol cysteiny i 1 mol glicyny,
   b) 2 mole glicyny, 1 mol alaniny i 1 mol cysteiny,
   c) 2 mole alaniny, 1 mol glicyny i 1 mol lizyny,
   d) 2 mole glicyny, 1 mol alaniny i 1 mol lizyny.
8. Glicyna ulega reakcji:
   a) z kwasem solnym,
   b) z zasadą sodową,
   c) estryfikacji,
   d) wszystkie podane odpowiedzi są poprawne.

9. Uzupełnij poniższe równania reakcji, wpisując wzory odpowiednich reagentów oraz współczynniki stechiometryczne:

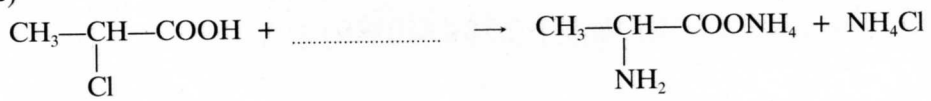
a)



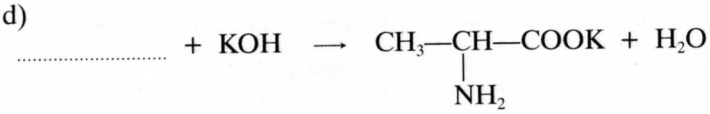
b)



c)

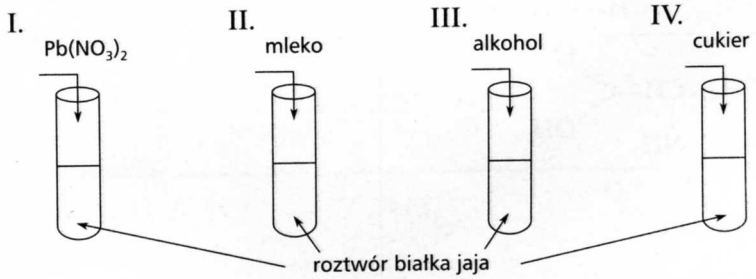


d)



10. Punkt izoelektryczny kwasu asparaginowego wynosi 2,8. W roztworze o pH=5 aminokwas ten będzie występować:
    a) jako jon obojnaczy,
    b) jako anion,
    c) jako kation,
    d) jako sól wewnętrzna.

11. Przeprowadzono doświadczenia:



Denaturacja białka nastąpiła w probówkach:
a) I, II, b) II, III, c) II, IV, d) I, III.

12. Podaj nazwę procesu przejścia zolu w żel.

13. Kolejność ułożenia aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym nazywamy:
    a) strukturą I-rzędową,
    b) strukturą II-rzędową,
    c) strukturą III-rzędową,
    d) strukturą IV-rzędową.

14. Podaj wzór tripeptydu zapisanego w skrócie Gly—Ala—Ala.

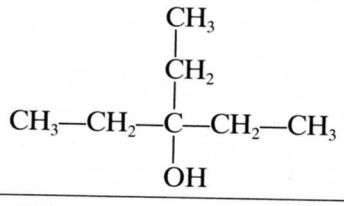
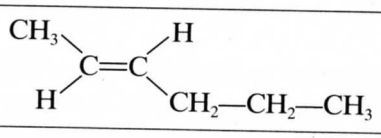
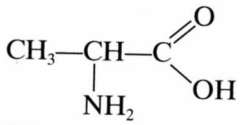
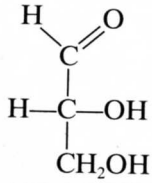
15. Zapisz równania reakcji przedstawionych schematem:
    kwas octowy → kwas chlorooctowy → sól amonowa kwasu aminooctowego → aminooctan sodowy.

16. Podaj wzór strukturalny α-aminokwasu, który zawiera jedną grupę aminową i jedną grupę karboksylową, jeśli zawartość wagowa azotu w tym związku wynosi około 15,7%.
17. Wskaż zdanie fałszywe:
    a) Aminokwasy mają budowę krystaliczną i wysokie temperatury wrzenia.
    b) Aminokwasy słabo rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych.
    c) Wodne roztwory aminokwasów mają zawsze odczyn obojętny.
    d) Aminokwasy ulegają reakcji kondensacji.

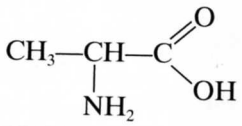
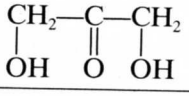
6. Zadania testowe podsumowujące

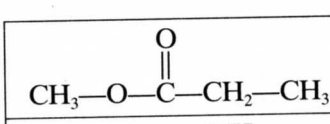
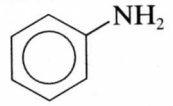
6.1.

1. Dla każdego z poniższych związków narysuj wzór jego izomeru:

Związek	Izomer
	
	
	
	

2. Przyporządkuj wzorom cząsteczek podane nazwy: anilina, alanina, propionian metylu, butanal, 1,3-dihydroksyaceton.

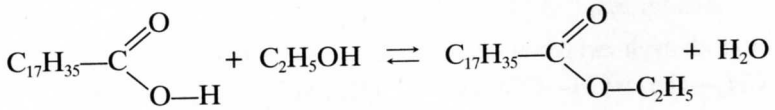
Związek	Nazwa
	
	

	
	
$CH_3—CH_2—CH_2—CHO$	

3. Przygotowano wodne roztwory danych związków o porównywalnych stężeniach. Określ, jaki odczyn ma każdy z roztworów:

Związek	Odczyn roztworu
fenol	
etyloamina	
metanol	
metanal	
propanolan sodu	
stearynian sodu	

4. Podaj odpowiednio nazwy typów podanych reakcji: substytucja, addycja, eliminacja.

a) 

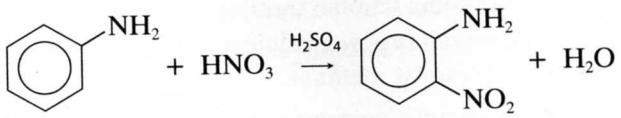
typ reakcji: .....

b) $CH_3—CH_2OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_2=CH_2 + H_2O$

typ reakcji: .....

c) $CH{\equiv}CH + 2\,Cl_2 \longrightarrow C_2H_2Cl_4$

typ reakcji: .....

d) 

typ reakcji: .....

5. Uzupełnij tabelę, przyporządkowując do każdej pary związków metodę ich rozróżnienia: nitrowanie, tworzenie barwnego połączenia z $Cu(OH)_2$, odbarwianie wody bromowej, badanie odczynu roztworu wodnego, próba Tollensa.

Związki	Metoda rozróżnienia
etan i acetylen	
etanol i etano-1,2-diol	

propanal i propanon	
heksan i benzen	
glicyna i etyloamina	

6. W wyniku spalania próbki związku organicznego o masie 4,5 g otrzymano 4,5 g wody oraz 4,48 dm^3 tlenku węgla(IV) (w warunkach normalnych). Masa molowa spalanego związku wynosi 90 g/mol. Wzór empiryczny i rzeczywisty tego związku mają postać:

	Wzór empiryczny	Wzór rzeczywisty
a	CH_3	C_6H_{18}
b	$C_5H_{14}O$	$C_5H_{14}O$
c	CH_2O	$C_3H_6O_3$
d	C_2H_5O	$C_4H_{10}O_2$

7. W reakcji 2,2 g kwasu monokarboksylowego z potasem otrzymano 0,28 dm^3 wodoru (w warunkach normalnych). Kwasem tym może być:
   a) kwas propionowy,
   c) kwas benzoesowy,
   b) kwas masłowy,
   d) kwas stearynowy.

8. Wśród podanych związków wskaż te, które nie tworzą izomerów *cis-trans*:

   I. $CH_3—CH=CH—COOH$

   II. $CH_3—C\equiv C—COOH$

   III. $CH_3—\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}—CONH_2$

   IV. $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH—COOH$

   V. $CH_3—\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}—CH_3$

   a) I, II, IV, b) III, V, IV, c) II, III, IV, d) II, III, V.

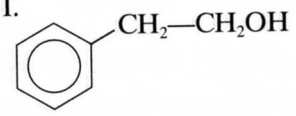
9. Z podanych zestawów wybierz taki, w którym wszystkie związki ulegają hydrolizie:
   a) skrobia, fenol, mrówczan metylu, etyloamina,
   b) glukoza, octan etylu, octan sodu, fenolan sodu,
   c) sacharoza, acetamid, mrówczan propylu, celuloza,
   d) anilina, tłuszcz, kwas benzoesowy, metanol.

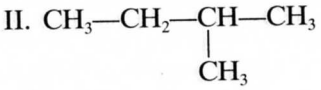
10. Przeprowadzono reakcję nitrowania benzenu, zużywając w tym celu 200 g benzenu. W wyniku reakcji otrzymano 260 g nitrobenzenu. Wydajność tak przeprowadzonej reakcji wynosiła:
    a) 82,4%, b) 60%, c) 72,5%, d) 77%.

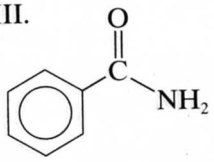
11. Pewien związek organiczny jest bezbarwną lotną cieczą, bardzo dobrze rozpuszczalną w wodzie. W reakcji z kwasem masłowym tworzy związek o owocowym zapachu, a reagując z sodem, wydziela wodór. Związkiem tym może być:
    a) propanal, c) metanol,
    b) glicerol, d) octan propylu.

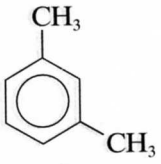
☆ **6.2.**

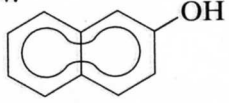
1. Uzupełnij tabelę, przyporządkowując poniższe związki do odpowiednich klas związków organicznych oraz podając ich nazwy:

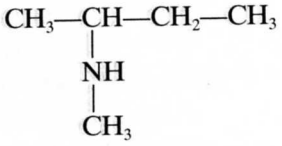
I. 

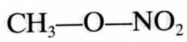
II. 

III. 

IV. 

V. 

VI. 

VII. 

Związek	Klasa związków organicznych	Nazwa
	węglowodory alifatyczne	
	węglowodory aromatyczne	
	alkohole	
	fenole	
	amidy	
	aminy	
	estry	

2. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki o zasadowym odczynie roztworu wodnego:
   a) anilina, acetamid, glicyna,
   b) etyloamina, fenolan sodu, lizyna,
   c) mocznik, metanoamina, propanol,
   d) propanolan sodu, acetamid, benzoesan sodu.
3. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki tworzące wiązania wodorowe z cząsteczkami wody:
   a) kwas octowy, etanol, metyloamina,
   b) etan, kwas mrówkowy, metanol,
   c) anilina, aceton, heksan,
   d) octan etylu, fenol, benzen.
4. Cykloheksan można otrzymać w reakcji:
   a) 1,6-dijodoheksanu z cynkiem,
   b) uwodornienia benzenu,
   c) cykloheksenu z wodorem w obecności niklu,
   d) w wyniku wszystkich powyższych reakcji.

5. W celu otrzymania acetamidu należy:
   a) zmieszać na zimno wodne roztwory kwasu octowego i amoniaku,
   b) kwas octowy poddać reakcji z amoniakiem, a następnie ogrzać mieszaninę reakcyjną,
   c) octan etylu poddać reakcji z amoniakiem,
   d) kwas octowy poddać na gorąco reakcji z metyloaminą.
6. Pewien związek jest w warunkach pokojowych ciałem stałym, ulega reakcji nitrowania i praktycznie nie rozpuszcza się w wodzie. Związkiem tym jest:
   a) benzen,
   b) stearynian sodu,
   c) naftalen,
   d) benzoesan sodu.
7. Pewien związek daje pozytywny efekt reakcji Trommera. W wodnym roztworze reaguje on z metalami z wydzieleniem wodoru. Związkiem tym jest:
   a) metanal,
   b) etanal,
   c) kwas mrówkowy,
   d) kwas octowy.
8. Pewien disacharyd, zbudowany z dwu cząsteczek glukozy, nie wykazuje zdolności do mutarotacji. Cukier ten zawiera wiązanie:
   a) α-1,1-glikozydowe,
   b) α-1,2-glikozydowe,
   c) β-1,2-glikozydowe,
   d) β-1,4-glikozydowe.
9. Wskaż zestaw zawierający wyłącznie związki posiadające asymetryczne atomy węgla:
   a) glicyna, alanina, walina,
   b) 2-chlorobutan, 2-metylobutan, pent-1-en,
   c) 1,1-dichloroheksan, kwas 2,3-dihydroksybutanowy, pentan-2-ol,
   d) 2,3-dibromobutan, fenyloalanina, glukoza.
10. Objętość tlenku węgla(II) odmierzona w warunkach normalnych, niezbędna do otrzymania 2 kg metanolu w reakcji przebiegającej z wydajnością 75%, wynosi:
    a) 2,43 m^3,
    b) 1,87 m^3,
    c) 1,05 m^3,
    d) 0,87 m^3.
11. Do reakcji nitrowania benzenu, przebiegającej z wydajnością 80%, użyto 150 g benzenu. W wyniku reakcji otrzymano:
    a) 295,67 g nitrobenzenu,
    b) 236,53 g nitrobenzenu,
    c) 189,23 g nitrobenzenu,
    d) 151,38 g nitrobenzenu.
12. Spalono pewną ilość związku organicznego, zużywając w tym celu 32 g tlenu i otrzymując 33 g CO_2 oraz 13,5 g wody. Spalony związek to:
    a) C_3H_8,
    b) C_2H_5OH,
    c) C_4H_{10},
    d) CH_3CH_2CHO.

Odpowiedzi i wskazówki

1. Właściwości związków

1.1. Amoniak i chlorowodór są dobrze rozpuszczalne w wodzie, ponieważ cząsteczki tych związków są silnie polarne.

1.2. Żaden z wymienionych związków nie jest dobrze rozpuszczalny w wodzie, ponieważ cząsteczki tych związków są słabo polarne lub niepolarne.

1.3. CH_3OH i CH_3NH_2 są dobrze rozpuszczalne w wodzie, ponieważ cząsteczki tych związków są silnie polarne.

1.4. CCl_4, $CHCl_3$, CH_2Cl_2, CH_4 – lotność rośnie wraz ze zmniejszaniem się masy cząsteczek związków.

1.5. CH_3Br, CH_3Cl, CH_3F – lotność rośnie wraz ze zmniejszaniem się masy cząsteczek związków.

1.6. CH_3OH, $CH_3—CH_3$, CH_4. Najmniej lotny jest CH_3OH, ponieważ składa się z cząsteczek polarnych o stosunkowo dużej masie. $CH_3—CH_3$ ma masę cząsteczkową zbliżoną do CH_3OH, ale jego cząsteczki są niepolarne, zatem lotność tego związku jest większa. Największą lotnością cechuje się CH_4, ponieważ składa się z niepolarnych cząsteczek o najmniejszej masie.

1.7. CH_4, $CH_3—CH_3$, CH_3OH. Najwyższą temperaturę wrzenia ma CH_3OH, ponieważ składa się z cząsteczek polarnych o stosunkowo dużej masie. $CH_3—CH_3$ ma masę cząsteczkową zbliżoną do CH_3OH, ale jego cząsteczki są niepolarne, zatem temperatura wrzenia tego związku jest mniejsza. Najniższą temperaturą wrzenia cechuje się CH_4, ponieważ składa się z niepolarnych cząsteczek o najmniejszej masie.

1.8. Cząsteczki amoniaku, wody, CH_3OH, fluorowodoru zawierają atomy wodoru obdarzone dużym cząstkowym ładunkiem dodatnim, połączone z silnie elektroujemnymi atomami, które posiadają wolne pary elektronowe.

1.9. Możliwość tworzenia wiązań wodorowych obniża lotność związku (amoniak, którego cząsteczki tworzą w stanie ciekłym wiązania wodorowe, jest mniej lotny niż metan), polepsza natomiast jego rozpuszczalność w wodzie (amoniak, dzięki tworzeniu wiązań wodorowych z cząsteczkami wody, rozpuszcza się w wodzie lepiej niż metan).

1.10. Szybkość reakcji i jej gwałtowny, niekontrolowany przebieg zależy od kontaktu między cząsteczkami reagentów. Cząsteczki gazowego metanu lepiej kontaktują się z cząsteczkami tlenu niż cząsteczki związków zawartych w świecach, które muszą przejść w stan gazowy, aby ulec spaleniu.

2. Węglowodory

2.1. a) C_4H_{10}; $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$
b) C_7H_{16}; $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

2.2. a) C_5H_{12}; b) C_6H_{14}; c) C_5H_{10}.

2.3. a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

b) $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_2—CH_3$

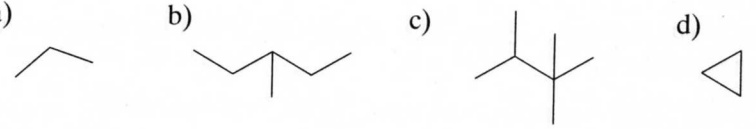
c) $\begin{matrix} & CH_3 & CH_3 \\ & \diagdown & \diagup \\ & CH & \\ & | & \\ & CH_3 & \end{matrix}$

d) $\begin{matrix} & CH_3 & & CH_3 & \\ & | & & | & \\ CH_3 & CH & & CH & \\ \diagdown & | & \diagup & | & \diagdown \\ & CH_2 & & CH_2 & & CH_3 \end{matrix}$

e) $\begin{matrix} & CH_2 & & CH_3 \\ & \diagup & & \diagdown \\ CH_2 & & CH & \\ | & & | & \\ CH_2 & & CH_2 & \\ & \diagdown & \diagup & \\ & CH_2 & & \end{matrix}$

f) $\begin{matrix} & & CH_3 & \\ & & \diagup & \\ CH_2—CH & & & \\ | & & & \\ CH_2—CH & & CH_3 & \\ & \diagdown & \diagup & \\ & & CH & \\ & & | & \\ & & CH_3 & \end{matrix}$

2.4. a) b) c) d)



2.5. Np.:



2.6. a) $\overset{\text{I}}{CH_3}—\overset{\text{II}}{CH_2}—\overset{\text{II}}{CH_2}—\overset{\text{II}}{CH_2}—\overset{\text{II}}{CH_2}—\overset{\text{I}}{CH_3}$

b) $\begin{matrix} & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & \\ \overset{\text{I}}{CH_3} & — & \overset{\text{II}}{CH_2} & — & \overset{\text{III}}{CH} & — & \overset{\text{II}}{CH_2} & — & \overset{\text{III}}{CH} & — & \overset{\text{I}}{CH_3} \\ & & & & | & & & & | & & \\ & & & & \overset{\text{I}}{CH_3} & & & & \overset{\text{II}}{CH_2} & & \\ & & & & & & & & | & & \\ & & & & & & & & \overset{\text{I}}{CH_3} & & \end{matrix}$

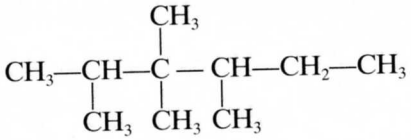
c) $\begin{matrix} & & & \overset{\text{I}}{CH_3} & & & \\ & & & | & & & \\ \overset{\text{I}}{CH_3} & — & \overset{\text{IV}}{C} & — & \overset{\text{III}}{CH} & — & \overset{\text{I}}{CH_3} \\ & & | & & | & & \\ & & \overset{\text{I}}{CH_3} & & \overset{\text{I}}{CH_3} & & \end{matrix}$

2.7. a) Np.: $\begin{matrix} & CH_3 & \\ & | & \\ CH_3 & — & CH_3 \\ & | & \\ & CH_3 & \end{matrix}$

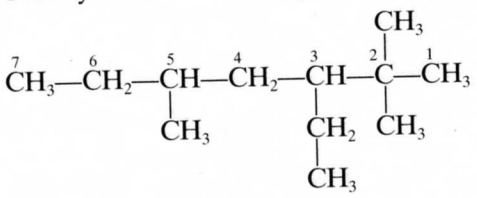
b) $\begin{matrix} & & & & & & & & \\ & & & & & & & & \\ CH_3 & — & CH & — & CH & — & CH & — & CH_3 \\ & & | & & | & & | & & \\ & & CH_3 & & CH_3 & & CH_3 & & \end{matrix}$

c) $\begin{matrix} & & CH_3 & & \\ & & | & & \\ CH_3 & — & C & — & CH_3 \\ & & | & & \\ & & CH_3 & & \end{matrix}$

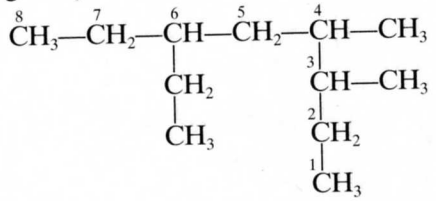
2.8.



2.9. a) Główny łańcuch składa się z 7 atomów węgla:

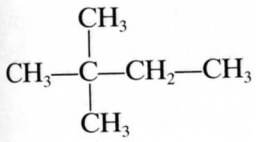


b) główny łańcuch składa się z 8 atomów węgla:

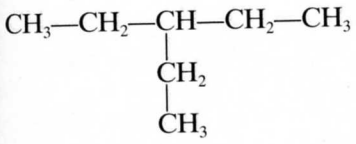


2.10. a) 2,3-dimetylobutan; b) 2,3-dimetylopentan; c) 2,2-dimetylopentan; d) 3-etylo-4-metyloheksan.

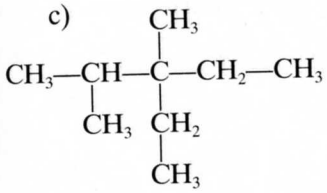
2.11. a)



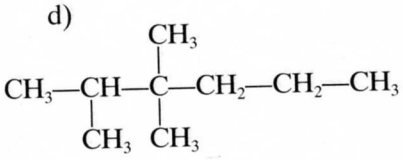
b)



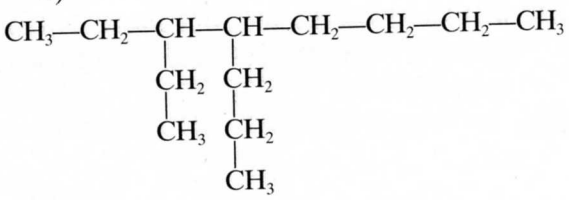
c)



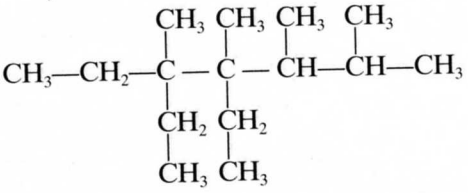
d)



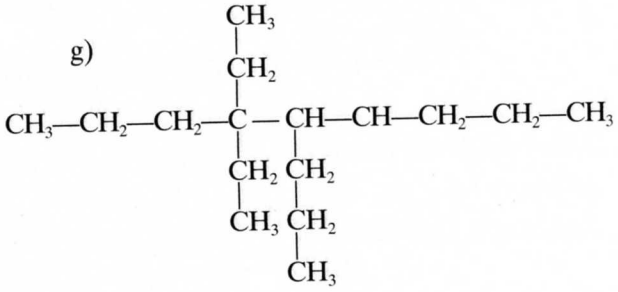
e)



f)

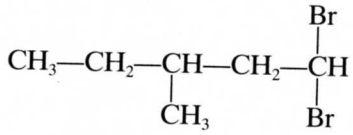


g)

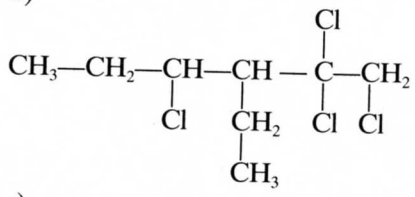


2.12. a) 3-bromo-4-etyloheksan; b) 1,1-dibromo-3,4-dichloro-3-etyloheksan; c) 3,4-dichloro-3-metyloheksan; d) 1,2,2,4-tetrachlorobutan.

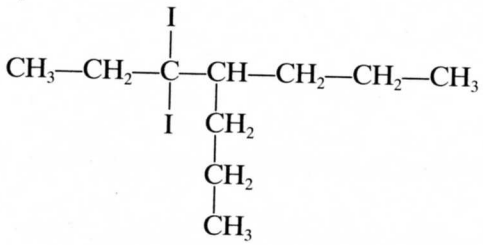
2.13. a)



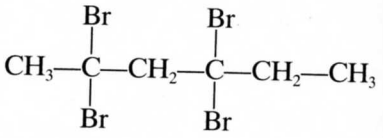
b)



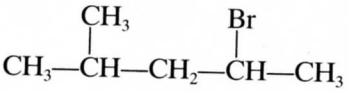
c)



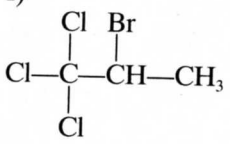
d)



e)



f)



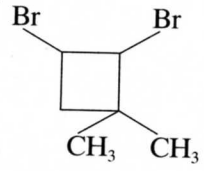
2.14. a) Chlorocyklopentan; b) 1-chloro-2-metylocyklobutan; c) 1,2-dibromocyklopentan; d) 1,1-dimetylocyklopropan; e) 1-chloro-2-metylocykloheksan; f) 1,3,5-trichlorocykloheksan.

2.15.

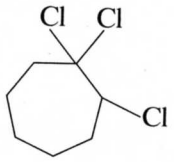
a)



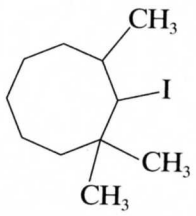
b)



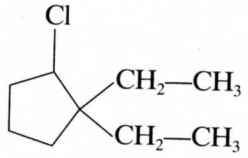
c)



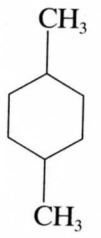
d)



e)



f)



2.16. I – d, II – c, III – b.

2.17. a, c, d, f.

2.18. a, c, d, f lub b, c, d, f.

2.19. $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

heksan

$CH_3—CH(CH_3)—CH_2—CH_2—CH_3$

2-metylopentan

$CH_3—CH_2—CH(CH_3)—CH_2—CH_3$

3-metylopentan

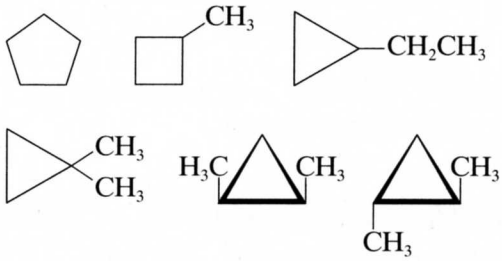
$CH_3—C(CH_3)_2—CH_2—CH_3$

2,2-dimetylobutan

$CH_3—CH(CH_3)—CH(CH_3)—CH_3$

2,3-dimetylobutan

2.20.



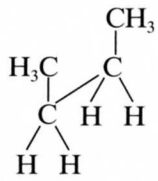
Spośród powyższych związków trwały jest tylko cyklopentan.

2.21. Heksan, pentan, propan, metan – lotność związków rośnie wraz ze zmniejszaniem się masy ich cząsteczek.

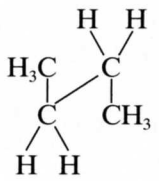
2.22. Tetrachlorometan, trichlorometan, dichlorometan, chlorometan, metan – lotność związków rośnie wraz ze zmniejszaniem się masy ich cząsteczek.

2.23. Najwyższą temperaturę wrzenia ma oktan, a najniższą 2,3,4-trimetylopentan.

2.24.



konformacja naprzeciwległa
o najwyższej energii



konformacja naprzemianległa
o najniższej energii

2.25. a) $C_5H_{12} + 8\,O_2 \longrightarrow 5\,CO_2 + 6\,H_2O$

b) $C_7H_{16} + 11\,O_2 \longrightarrow 7\,CO_2 + 8\,H_2O$

c) $C_9H_{20} + 5\,O_2 \longrightarrow 9\,C + 10\,H_2O$

d) $C_3H_8 + 5\,O_2 \longrightarrow 3\,CO_2 + 4\,H_2O$

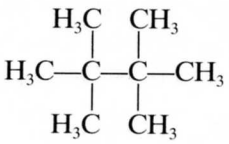
2.26.

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\,O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$$

$$C_nH_{2n+2} + \frac{2n+1}{2}\,O_2 \longrightarrow n\,CO + (n+1)\,H_2O$$

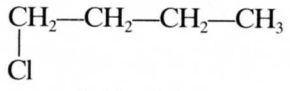
$$C_nH_{2n+2} + \frac{n+1}{2}\,O_2 \longrightarrow n\,C + (n+1)\,H_2O$$

2.27.

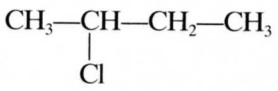


2.28. a) 2 izomery, b) 2 izomery, c) 2 izomery.

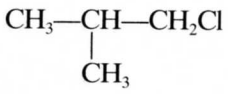
2.29.



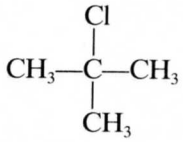
1-chlorobutan



2-chlorobutan



1-chloro-2-metylopropan



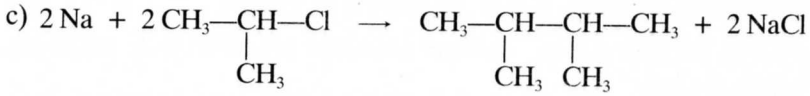
2-chloro-2-metylopropan

2.30. a) C_4H_{10}, b) 4 monobromopochodne.

2.31. a) $2\,CH_3—CH_2—CH_2Cl + 2\,Na \longrightarrow CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3 + 2\,NaCl$

b) $2\,CH_3—CH_2—Cl + 2\,Na \longrightarrow CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + 2\,NaCl$

c)



2.32. a) $Al_4C_3 \xrightarrow{HCl} CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow{Na} CH_3CH_3$

b) $CH_3COONa \xrightarrow[temp.]{NaOH} CH_4 \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} CH_3Br \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} CH_2Br_2$

c) $CH_3CH_2CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} CH_3CH_2CH_2Cl \xrightarrow{Na}$ heksan

2.33. $CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow{Na} CH_3—CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Br_2} CH_3—CH_2Br$

2.34. a, b, d.

2.35. C_nH_{2n}.

2.36. W każdym przypadku zawartość wagowa węgla jest równa 85,71% i nie zależy od liczby atomów węgla w cząsteczkach cykloalkanów.

2.37. $n_1 > n_2$.

2.38. $C_{10}H_{22}$.

2.39. Związek ten nie jest homologiem metanu.

2.40. 6000 g.

2.41. $V_{chloru}:V_{metanu} = 3:1$; chloroform stosuje się jako rozpuszczalnik oraz substancję usypiającą.

2.42. 1 dm^3.

2.43. Metan.

2.44. 13,44 m^3.

2.45. C_8H_{18}.

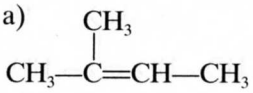
2.46. C_6H_{14}.

2.47. 1100,4 dm^3.

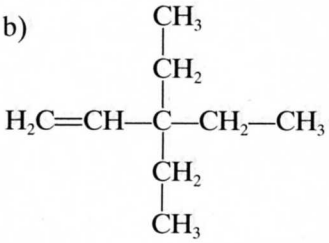
2.48. a) But-1-en; b) 2-metylopropen; c) 3,3-dimetylopent-1-en; d) 3-metylopent-2-en.

2.49. a) 3-chlorobut-1-en; b) 1,2-dichloro-3,3-dimetylobut-1-en; c) *trans*-2,3-dibromoheks--2-en; d) 3-bromo-3-metylocyklopenten; e) 2-metylo-but-1-en; f) heksa-2,4-dien; g) 3,4-dichloroheksa-1,3,5-trien.

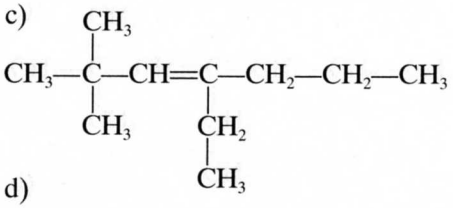
2.50. a)



b)



c)



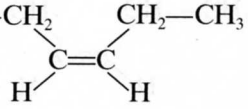
d)

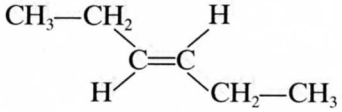


2.51. a) 8 wiązań σ i 1 wiązanie π; b) 14 wiązań σ i 1 wiązanie π; c) 11 wiązań σ i 1 wiązanie π.

2.52. e i d.

2.53.





2.54. a) Konstytucyjna; b) *cis-trans*; c) konstytucyjna.

2.55. Nie może.

2.56. 1,2-dimetylocyklopenten nie tworzy izomerów *cis-trans*, gdyż oba podstawniki metylowe tego związku leżą w płaszczyźnie wiązania podwójnego; 1,2-dimetylocyklopentan tworzy izomery *cis-trans*.

2.57. a) C_nH_{2n-2}, b) C_nH_{2n-4}.

2.58. a) Substytucja; b) addycja; c) addycja; d) substytucja; e) eliminacja; f) eliminacja; g) addycja; h) addycja.

2.59. a) $C_6H_{12} + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO + 6\,H_2O$

b) $2\,C_7H_{14} + 21\,O_2 \longrightarrow 14\,CO_2 + 14\,H_2O$

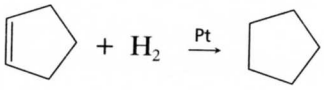
c) $C_4H_8 + 6\,O_2 \longrightarrow 4\,CO_2 + 4\,H_2O$

d) $2\,C_{15}H_{30} + 15\,O_2 \longrightarrow 30\,C + 30\,H_2O$

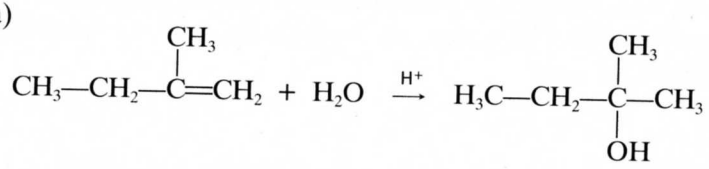
2.60. a) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_2(Cl){-}CH(Cl){-}CH_2{-}CH_3$

b) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3{-}CH_2{-}OH$

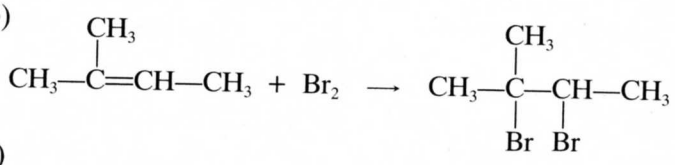
c) $CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 + HI \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH(I){-}CH_3$

d)  $+ H_2 \xrightarrow{Pt}$

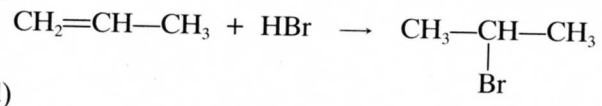
2.61. a)



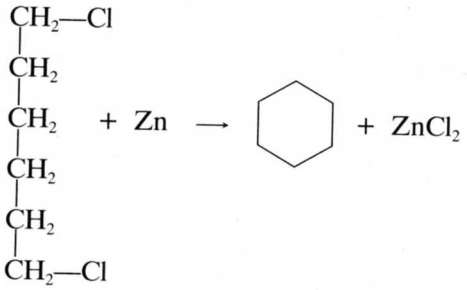
b)



c)



d)

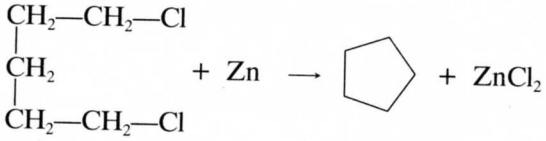


2.62. a) A: CH_3CH_2Cl; B: $CH_3CH_2CH_2CH_3$;

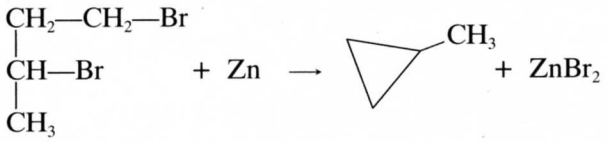
b) A: $CH_3CH_2CH_3$; B: $CH_2{=}CH{-}CH_3$; C: $CH_2Br{-}CHBr{-}CH_3$.

2.63. $CH_2(Cl){-}CH_2(Cl) \xrightarrow{Zn} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{KOH,\ etanol} CH_2{=}CH_2$

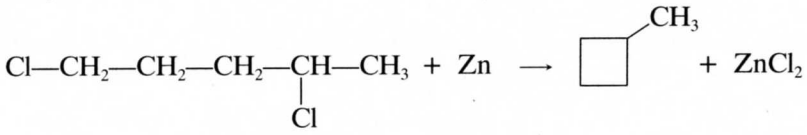
2.64. a – Cl_2, światło; b – KOH, alkohol; c – Br_2; d – KOH, alkohol.

2.65. a) 

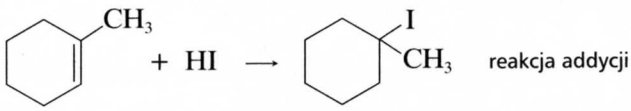
b)



c)

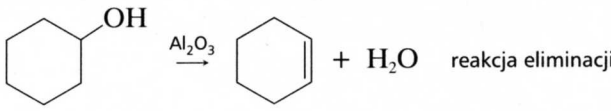


2.66. a)



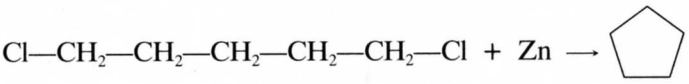
reakcja addycji

b)



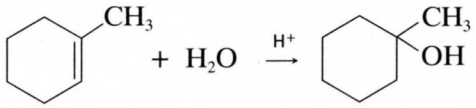
reakcja eliminacji

c)



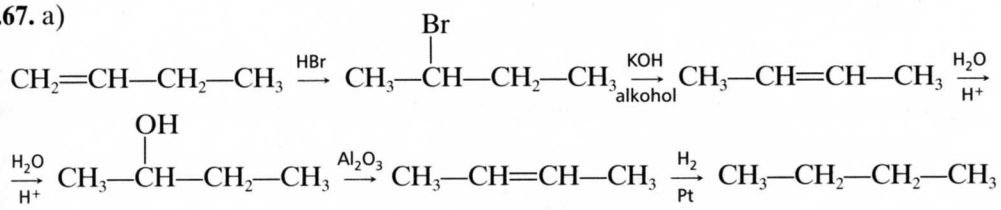
reakcja eliminacji

d)

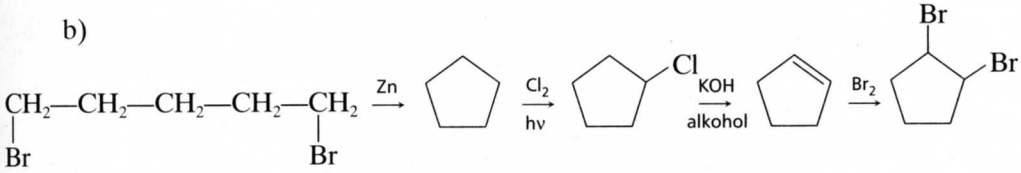


reakcja addycji

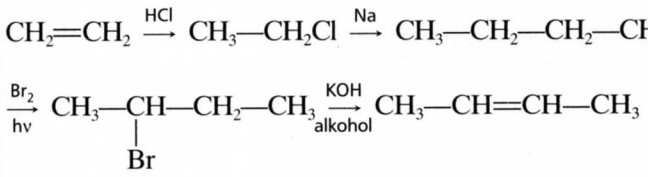
2.67. a)



b)



c)



2.68. a) $CF_2{=}CF_2$ b) $CH_2{=}CH{-}CH_3$ c) $CH_2{=}CHCl$

2.69. a) $CH_3{-}CH_2{-}OH \xrightarrow{Al_2O_3} H_2C{=}CH_2 + H_2O$

b) $CH_3{-}CH_2{-}Cl + KOH \xrightarrow[\text{alkohol}]{} H_2C{=}CH_2 + KCl + H_2O$

2.70. a) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$

b) $CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

c) $CH_3{-}CH_2OH \xrightarrow{Al_2O_3} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

d) $\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 \xrightarrow{Zn} CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$

2.71. a) $\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3$

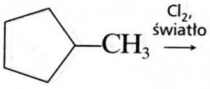
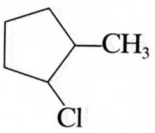
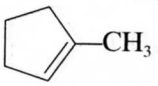
b) $CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$

$\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{Br_2} \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}$

2.72. Zakładamy, że z mieszaniny izomerów wybieramy do dalszej reakcji ten, który jest nam potrzebny:

$CH_3{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2,} CH_3{-}CH_2{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na}$

$\xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2,} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2Cl \xrightarrow{Zn}$

$\xrightarrow{Zn}$  $\xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2,}$  $\xrightarrow[\text{etanol}]{KOH}$ 

2.73. a) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{KMnO_4,H_2O} \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3$

b) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{KMnO_4,H_2O} CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$

2.74. 4,48 m^3.

2.75. $V_{butenu} : V_{powietrza} = 1 : 30$.

2.76. 23,625 dm^3.

2.77. 2,5 g/dm^3.

2.78. C_4H_8.

2.79. Około 643 cząsteczki.

2.80. $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3$

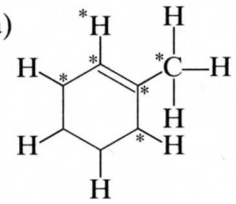
2.81. C_4H_8.

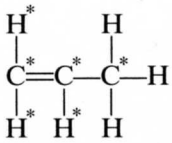
$CH_2=CH—CH_2—CH_3$ $\quad$ $CH_3—CH=CH—CH_3$ (izomer *cis* i *trans*) $\quad$ $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$ $\quad$  $\quad$ 

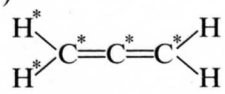
2.82. C_3H_6.

2.83. B i C są izomerami *cis-trans* but-2-enu; alken A to but-1-en. Aby odróżnić izomery *cis-trans* należałoby zbadać na przykład ich temperatury wrzenia (izomery *cis-trans* mają odmienne temperatury wrzenia).

2.84. Wszystkie przedstawione cząsteczki mają dostatecznie dużą liczbę atomów (powyżej czterech) leżących w tej samej płaszczyźnie:

a) 

b) 

c) 

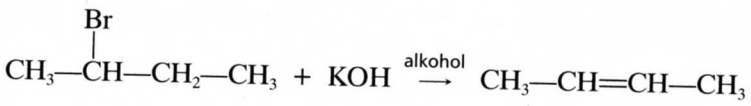
2.85. Heksan i heks-2-en są palne, natomiast tetrachlorometan nie ulega spalaniu. Heks-2-en można odróżnić od heksanu na podstawie próby z wodą bromową – heks-2-en odbarwia wodę bromową, natomiast heksan jej nie odbarwia.

2.86. Związek X nie jest związkiem nienasyconym, musi zatem być cykloalkanem. Ponieważ tworzy on tylko jedną monobromopochodną, jest to cykloheksan:



2.87. Ponieważ badany związek reaguje z bromowodorem, jest on związkiem nienasyconym. Przeprowadzone kolejno reakcje polegają na przyłączeniu cząsteczki HBr do wiązania podwójnego, a następnie na odtworzeniu wiązania podwójnego w reakcji eliminacji. Otrzymany ostatecznie związek nie jest identyczny ze związkiem wyjściowym, co oznacza, że w trakcie przeprowadzonych reakcji musiało ulec zmianie położenie wiązania podwójnego w cząsteczce. Zatem wyjściowy związek to but-1-en.

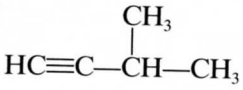
$$CH_2=CH—CH_2—CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3—\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3$$



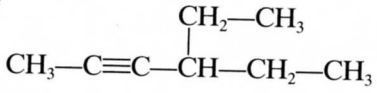
2.88. a) But-1-yn; b) but-2-yn; c) heks-1-yn; d) 4-metylopent-2-yn; e) 5,5-dimetyloheks-1-yn; f) 3-metylopent-1-yn; g) 4-etylo-5-metyloheks-2-yn; h) 4-etylo-4,5-dimetyloheks-2-yn; i) pent-4-en-1-yn; j) heks-4-en-2-yn.

2.89. d.

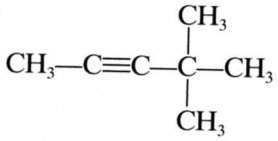
2.90. a)



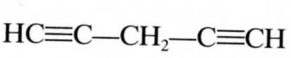
b)



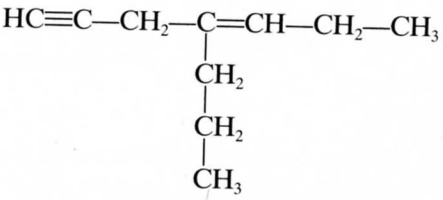
c)



d)

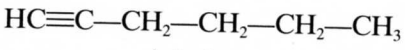


e)

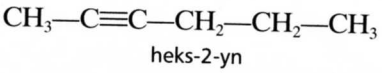


2.91. a) 4, 6, 8; b) 1, 2, 3, 7; c) 5.

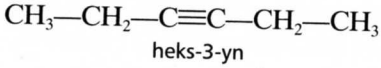
2.92. a)



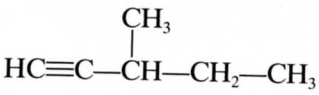
heks-1-yn



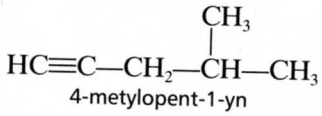
heks-2-yn



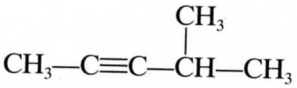
heks-3-yn



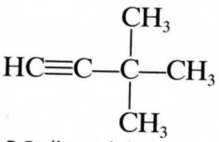
3-metylopent-1-yn



4-metylopent-1-yn

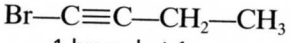


4-metylopent-2-yn

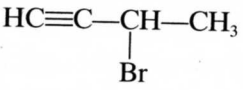


3,3-dimetylobut-1-yn

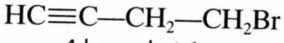
b)



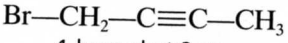
1-bromobut-1-yn



3-bromobut-1-yn



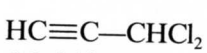
4-bromobut-1-yn



1-bromobut-2-yn

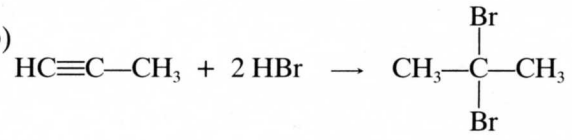
c)

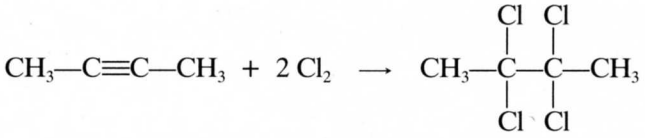
1,3-dichloropropyn

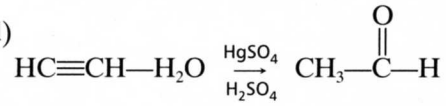


3,3-dichloropropyn

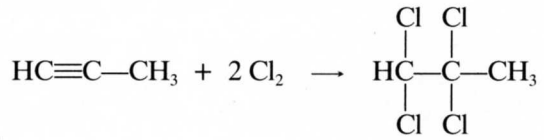
2.93. a) $HC{\equiv}CH + 2\,HCl \longrightarrow CH_3{-}CHCl_2$

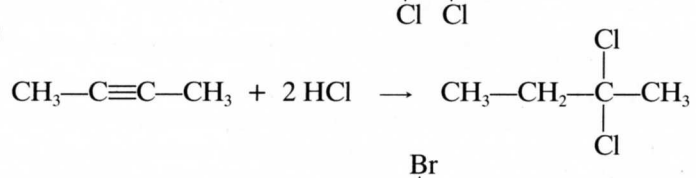
b)


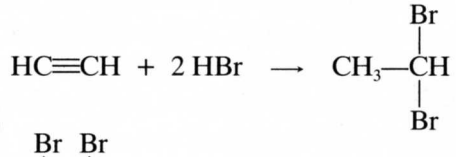
c)


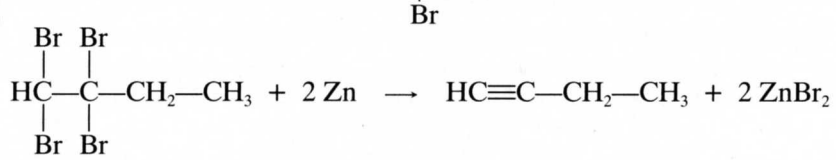
d)


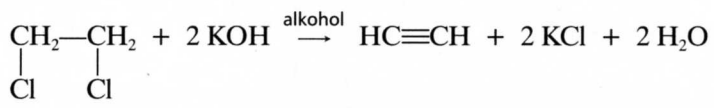
e) $2\,HC{\equiv}CH + 2\,Na \longrightarrow 2\,HC{\equiv}CNa + H_2$

2.94. a)


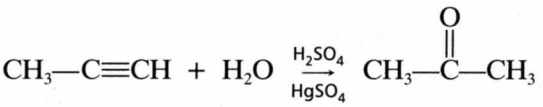
b)


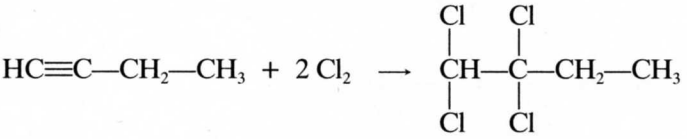
c)


d)


e)


2.95. a) $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3 + 2\,HBr \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CBr_2{-}CH_3$ lub
$CH_3{-}CH_2{-}C{\equiv}CH + 2\,HBr \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CBr_2{-}CH_3$

b)


c)


2.96. A: $HC{\equiv}CH$ B: $CH_2{=}CH{-}Cl$

$$CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow HC{\equiv}CH + Ca(OH)_2$$

$$HC{\equiv}CH + HCl \longrightarrow CH_2{=}CHCl$$

$$n\,CH_2{=}CHCl \xrightarrow[\text{temp.}]{\text{ciśnienie}} \left[CH_2{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\right]_n$$

2.97. a)

$$HC{\equiv}C{-}CH_3 \xrightarrow[Pt]{H_2\ (\text{niedomiar})} CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$$

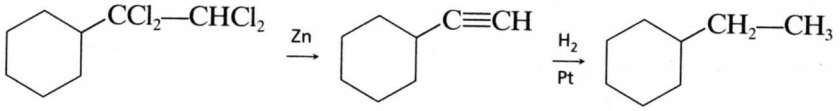
$$\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 \xrightarrow{Al_2O_3} CH_2{=}CH{-}CH_3$$

b)

$$CH_3{-}CH_3 \xrightarrow[hv]{Cl_2} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{Cl_2} \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$$

$$\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} HC{\equiv}CH \xrightarrow[H_2SO_4,\ HgSO_4]{H_2O} CH_3{-}CHO$$

c)



2.98. $CH_3{-}CH{=}CH_2$ lub

$$CH_3{-}C{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2} CH_3{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[hv]{Cl_2} \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH_2}}{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH}$$

$$\xrightarrow[\text{alkohol}]{KOH} CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{\text{polimeryzacja}} \left[CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\right]_n$$

2.99.

a) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (\text{niedomiar})} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl$

b) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[(\text{niedomiar})]{HCl} CH_2{=}CHCl \xrightarrow[\text{temp.}]{\text{ciśnienie}} \left[CH_2{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\right]_n$

c) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (\text{niedomiar})} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

d) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[H_2SO_4,\ HgSO_4]{H_2O} CH_3{-}CHO$

2.100.

a) $HC{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (niedomiar)} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

b) $CH_3{-}CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$

$\xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow[alkohol]{KOH} CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{Cl_2}$

$\xrightarrow{Cl_2} CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 \xrightarrow[alkohol]{KOH} CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

2.101. a, d, e.

2.102. Oba związki należy poddać działaniu wody bromowej: heks-2-yn odbarwia wodę bromową, natomiast pentan – nie.

2.103. Acetylen jest gazem, natomiast heks-2-yn i heptan są cieczami. Heks-2-yn można odróżnić od heptanu za pomocą próby z wodą bromową: heks-2-yn odbarwia wodę bromową, natomiast heptan – nie.

2.104. Przebieg doświadczenia: Przygotowujemy probówkę z bocznym odprowadzeniem, na które nakładamy wężyk gumowy. W probówce umieszczamy nieco karbidu, wlewamy do niej wodę, a następnie zamykamy ją korkiem. Końcówkę gumowego wężyka wprowadzamy do drugiej probówki z wodą bromową.
Obserwacje: Karbid roztwarza się w wodzie, w wyniku czego powstaje bezbarwny gaz, powodujący odbarwienie wody bromowej.
Wnioski: Karbid reaguje z wodą zgodnie z równaniem $CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$, a wydzielającym się z probówki gazem jest acetylen. Gaz ten powoduje odbarwienie wody bromowej, ponieważ reaguje z zawartym w niej bromem:

$$HC{\equiv}CH + 2\,Br_2 \longrightarrow \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{HC}}{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}$$

2.105. Hept-2-yn, heks-2-yn, pent-1-yn; lotność związku rośnie wraz ze zmniejszaniem się masy jego cząsteczek.

2.106. Dawne lampki górnicze zawierały karbid i wodę, dzięki czemu powstawał etyn, który zapalony dawał pewną ilość światła.

2.107. W czystym tlenie acetylen spala się do tlenku węgla(IV) i pary wodnej.

2.108. Acetylen spowoduje odbarwienie roztworu Br_2, natomiast eten nie, ponieważ występuje w niedomiarze.

2.109. 134,4 dm^3.

2.110. 225 dm^3.

2.111. 25,2 dm^3.

2.112. 89,3%.

2.113. 95%.

2.114. a) C_3H_4

b) $CH_3—C{\equiv}CH$

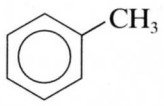
c) np. C_4H_6, C_5H_8, C_6H_{10}

2.115. $HC{\equiv}C—CH_3$ lub $H_2C{=}C{=}CH_2$

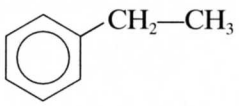
2.116. C_5H_8.

2.117. C_4H_6.

2.118. a)

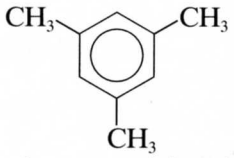


b)



jeden z izomerycznych homologów o wzorze C_8H_{10}

c)

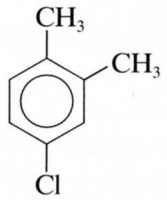


jeden z izomerycznych homologów o wzorze C_9H_{12}

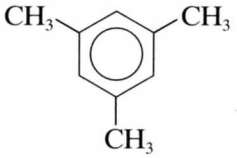
2.119. a) Etylobenzen; b) metylobenzen (toluen); c) 1-chloro-2-metylobenzen (*o*-chlorotoluen); d) 1-chloro-2-fenyloetan; e) 1-fenylopropan (*n*-propylobenzen); f) 1-bromo-4-chloro-2-metylobenzen; g) 1-chloro-2-metylocykloheksan.

2.120. a) *o*-dimetylobenzen; b) *m*-chloronitrobenzen; c) *p*-bromometylobenzen (*p*-bromotoluen); d) 1-bromo-4-metylo-2-nitrobenzen (4-bromo-3-nitrotoluen); e) 2,4-dimetylo-1-nitrobenzen; f) 1,2-dibromo-5-chloro-3-metylobenzen (2,3-dibromo-5-chlorotoluen); g) 1,3-dibromo-2-nitrobenzen; h) 1-chloronaftalen; i) 2-nitronaftalen.

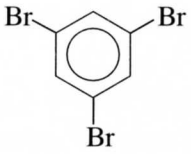
2.121. a)



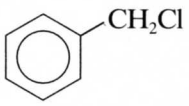
b)



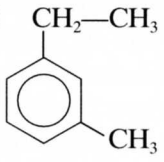
c)



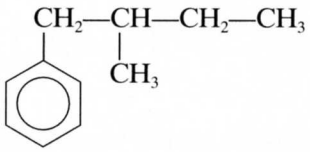
d)



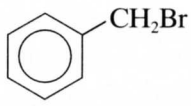
e)



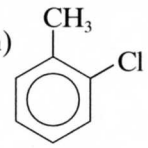
f)



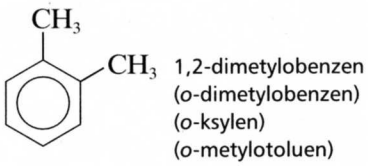
g)



h)



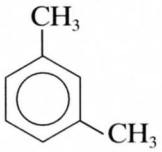
2.122.



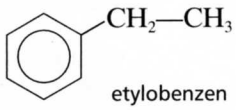
1,2-dimetylobenzen
(*o*-dimetylobenzen)
(*o*-ksylen)
(*o*-metylotoluen)



1,4-dimetylobenzen
(*p*-dimetylobenzen)
(*p*-ksylen)
(*p*-metylotoluen)

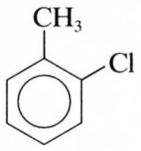


1,3-dimetylobenzen
(*m*-dimetylobenzen)
(*m*-ksylen)
(*m*-metylotoluen)

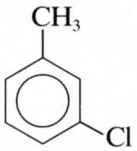


etylobenzen

2.123.



o-chlorotoluen



m-chlorotoluen



p-chlorotoluen



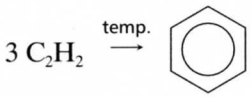
chlorofenylometan

2.124. Izomery: b i d, e i g. Homologi: np. a, b, c, f.

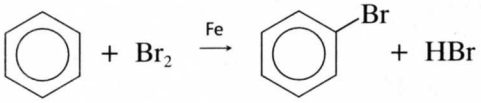
2.125. a) b) c)



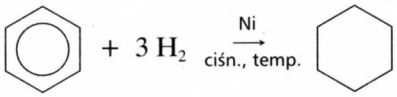
2.126.



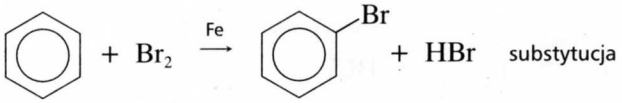
2.127. a) Reakcja substytucji benzenu:



b) Reakcja addycji benzenu:

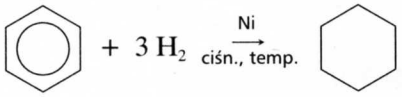


2.128. a)

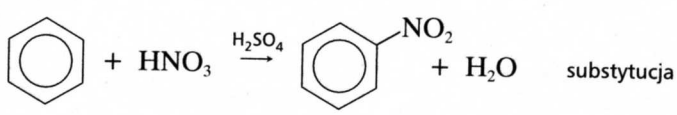


substytucja

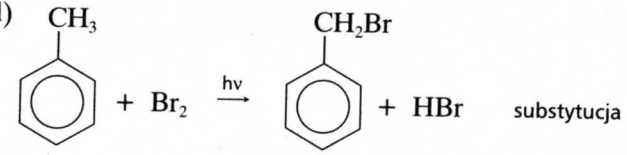
b)



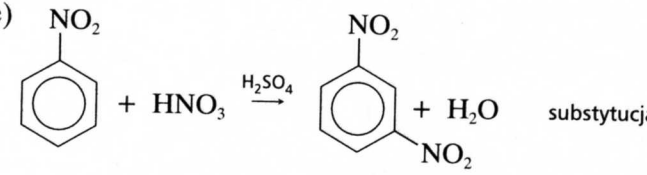
addycja

c) 

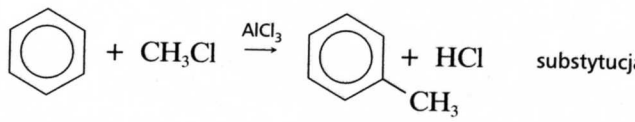
substytucja

d) 

substytucja

e) 

substytucja

f) 

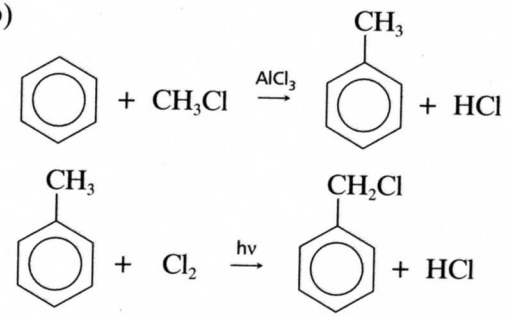
substytucja

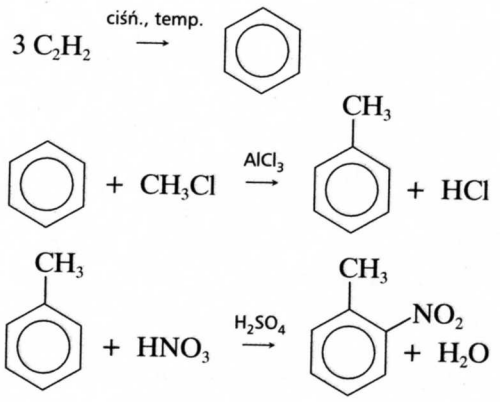
2.129. a) $3\,C + CaO \longrightarrow CaC_2 + CO$

$CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

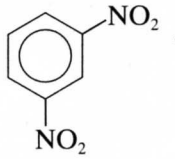
$3\,C_2H_2 \xrightarrow{\text{ciśn., temp.}} C_6H_6$

$C_6H_6 + 3\,H_2 \xrightarrow[\text{ciśn., temp.}]{Ni} C_6H_{12}$

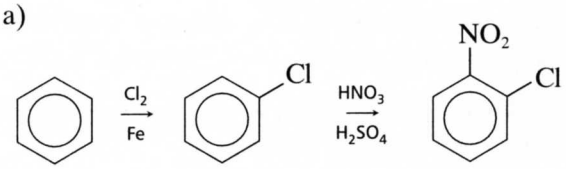
b) 

c) 

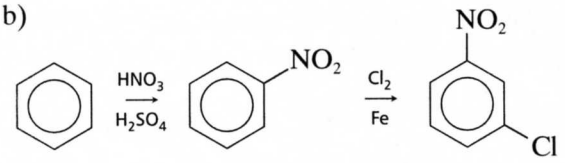
d) $C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$

$C_6H_5NO_2 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4}$  $+ H_2O$

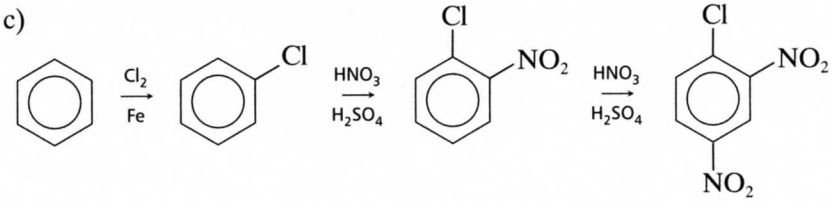
2.130. a)



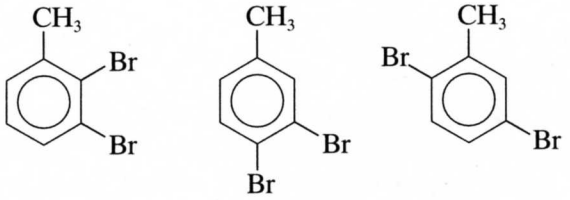
b)



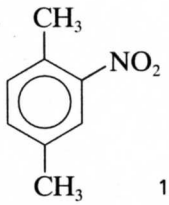
c)



2.131.



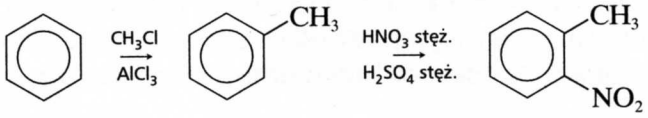
2.132.



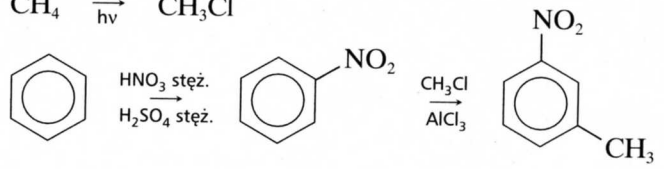
1,4-dimetylo-2-nitrobenzen

2.133. a)

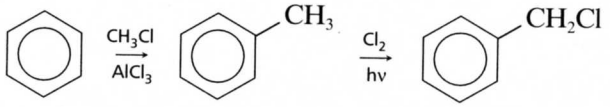
$CH_4 \xrightarrow[hv]{Cl_2} CH_3Cl$



b) $CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl$

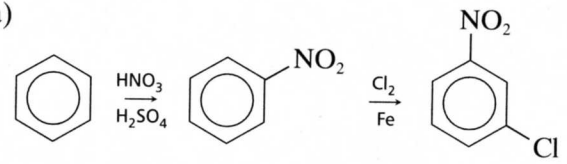


c) $CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl$

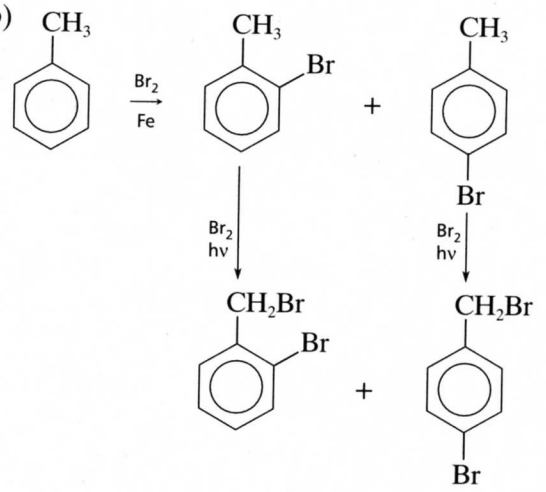


2.134. Tworzy, gdyż atomy wodoru położone przy atomach węgla łączących oba pierścienie mogą leżeć względem siebie w położeniu *cis* lub *trans*.

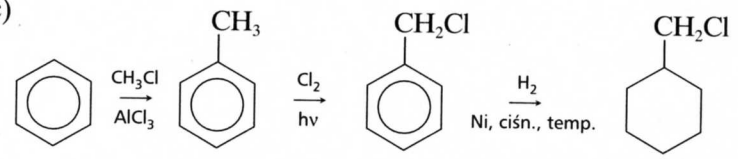
2.135. a)



b)



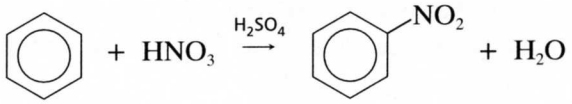
c)



2.136. Lotność związku rośnie wraz ze wzrostem masy cząsteczki; a) *m*-dinitrobenzen, nitrobenzen, benzen; b) naftalen, toluen, benzen.

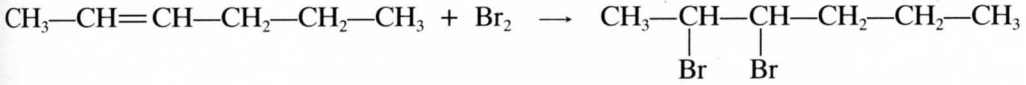
2.137. a) Naftalen jest miękkim ciałem stałym, ponieważ tworzy molekularną sieć krystaliczną, w której poszczególne cząsteczki oddziałują ze sobą jedynie słabymi siłami van der Waalsa; b) naftalen ma intensywny zapach, pomimo że jest ciałem stałym, ponieważ słabo związane ze sobą cząsteczki łatwo sublimują, tworząc pary o intensywnym zapachu.

2.138. Najlepiej zastosować reakcję nitrowania, gdyż następuje wtedy zmiana barwy i zapachu reagentów sygnalizująca zajście reakcji. Benzen daje w tej reakcji żółty produkt o zapachu gorzkich migdałów:

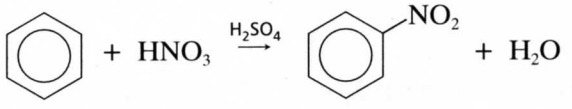


Heksan natomiast nie ulega reakcji nitrowania – mieszanina reakcyjna pozostaje bezbarwna.

2.139. Nitrobenzen można zidentyfikować po kolorze, ponieważ jako jedyny ma barwę żółtą. Z pozostałych związków jedynie heks-2-en odbarwia wodę bromową bez dodatku katalizatorów:



Benzen można odróżnić od heptanu, przeprowadzając reakcję nitrowania – benzen ulega tej reakcji i mieszanina reakcyjna przyjmuje barwę żółtą:



Heptan natomiast nie ulega reakcji nitrowania, więc mieszanina reakcyjna pozostanie bezbarwna.

2.140. Całkowite odbarwienie mieszaniny reakcyjnej nastąpi tylko w probówce d – niedomiar bromu.

2.141. 13,44 dm^3.

2.142. 1932 dm^3.

2.143. 224 dm^3.

2.144. 5 moli.

2.145. Oba izomery mają taką samą masę molową, dlatego zawartość wyrażona w procentach molowych równa jest zawartości wyrażonej w procentach wagowych: 10% *o*-chlorotoluenu i 90% *p*-chlorotoluenu.

2.146. 17,5%.

2.147. 28,3%.

2.148. 9,86%.

2.149. 77,6 g.

2.150. 98,15 g.

2.151. 1078 g.

2.152. Otrzymano 86,37 g izomeru *orto*, 56,59 g izomeru *para*, 5,96 g izomeru *meta*.

2.153. W wyniku destylacji frakcyjnej ropy naftowej.

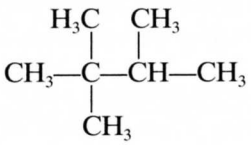
2.154. Asfalt, olej napędowy, nafta, benzyna.

2.155. Ropa naftowa ma zwykle gęstość mniejszą od gęstości wody, dlatego nie opada na dno morza.

2.156. Podobieństwa: duża lotność, zła rozpuszczalność w wodzie, gęstość mniejsza od gęstości wody.
Różnice: benzen jest związkiem chemicznym, benzyna zaś – mieszaniną; benzen ma określoną temperaturę wrzenia, benzyna natomiast wrze w pewnym przedziale temperatur; benzyna spala się w powietrzu głównie do CO_2 i wody, podczas gdy benzen – do węgla i wody.

2.157. Łatwiej jest zapalić benzynę ogrzaną, ponieważ zapalają się pary benzyny, i to dopiero wtedy, gdy ich stężenie w powietrzu osiągnie dostatecznie wysoką wartość.

2.158.



2.159. 95% izooktanu, 5% *n*-heptanu.

2.160. 1,09 g.

2.161. 27,1 kg.

2.162. 5,188 m^3.

2.163. Procentowy skład objętościowy gazu płynnego: 58,3% propanu, 47,7% butanu. Gaz ten ma zastosowanie w butlach turystycznych i w zapalniczkach gazowych.

2.164. 96,4% metanu; 2,97 % etanu; 0,59 % propanu (przyjmij objętość gazów równą 1 dm^3).

2.165. Około 2,35 t.

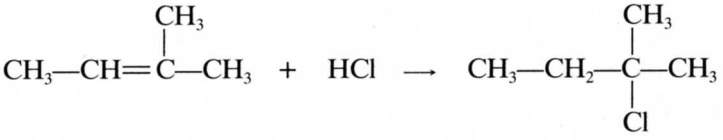
2.166. 9,75 kg.

2.167. 439,6 kg.

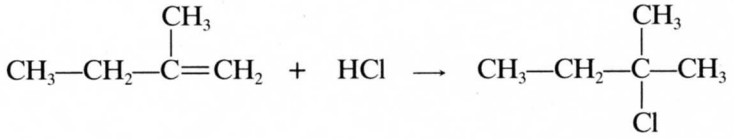
2.168.

1. d. 2. c. 3. c.

4.



lub



5. Tlenek węgla(IV) i parę wodną.

6. a. 7. c. 8. b. 9. d. 10. d.

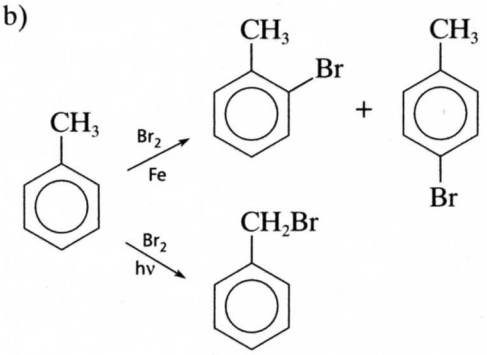
11. Naftalen, benzen, butan, eten.

12. a.

13. a)

$$CH{\equiv}CH \xrightarrow{Cl_2} CHCl_2{-}CHCl_2$$

b)



c)

$$C_2H_5OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_2{=}CH_2$$

d)

$$C_2H_6 \xrightarrow[h\nu]{Br_2} CH_3{-}CH_2Br$$

14. a) Addycja, b) substytucja, c) eliminacja, d) substytucja.

15. b.

16. %C = 24,2%, %H = 4%, %Cl = 71,8%.

17. c.

18.

A: $HC{\equiv}CH$ B: $CH_2{=}CH_2$ C: $CH_3{-}CH_2{-}OH$

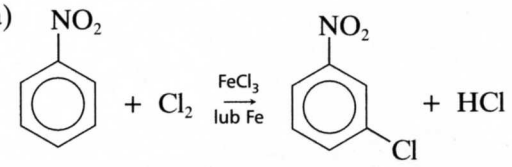
D: $CH_3{-}CHCl$ E: $CH_2Br{-}CH_2Br$

2.169.

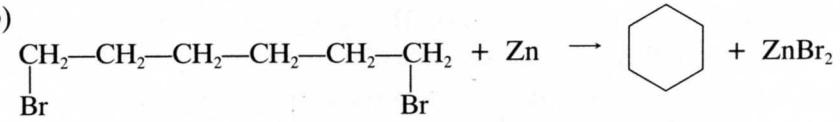
1. c. 2. d. 3. a. 4. b.

5.

a)



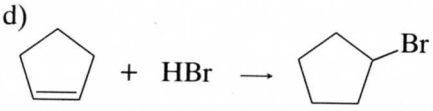
b)



c)

$$HC{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} CH_3{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}{-}CH_2{-}CH_3$$

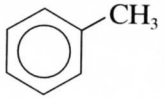
d)



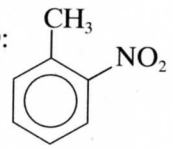
6. a) Substytucja; b) eliminacja; c) addycja; d) addycja.

7.

A: 

B: 

C: 

D: 

8. d. 9. a. 10. d. 11. b. 12. 1,96 g/dm^3. 13. 48,3%. 14. d. 15. b.

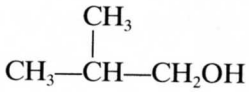
3. Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów

3.1. $CH_3—CH_2OH$

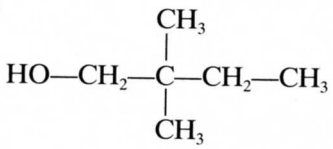
$CH_3—CH_2—CH_2OH$
przykład homologu o wzorze C_3H_7OH

$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2OH$
przykład homologu o wzorze C_4H_9OH

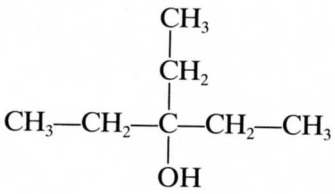
3.2. a)



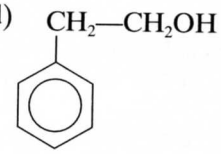
b)



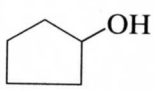
c)



d)



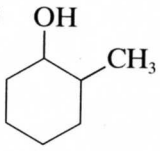
e)



f) $HC≡C—CH(OH)—CH_3$

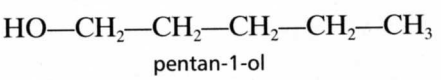
g) $CH_3—CH_2—CH=CH—CH_2OH$

h)

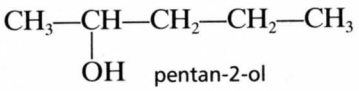


3.3. a) butan-1-ol, I-rzędowy; b) 2-metylopentan-3-ol, II-rzędowy; c) 2-metylopentan-2-ol, III-rzędowy; d) 4-metyloheksan-3-ol, II-rzędowy; e) 3,3-dimetylopentan-1-ol, I-rzędowy; f) 4-metyloheksan-2-ol, II-rzędowy; g) 2-etylo-4-metyloheksan-1-ol, I-rzędowy.

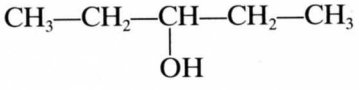
3.4. a) 3-metylobutan-1-ol, I-rzędowy; b) 3-etylo-2,4-dimetylopentan-1-ol, I-rzędowy; c) propan-2-ol, II-rzędowy; d) 2-metylopentan-2-ol, III-rzędowy; e) 1-fenyloetanol, II-rzędowy; f) but-3-en-2-ol, II-rzędowy; g) but-3-yn-2-ol, II-rzędowy; h) 3-etylocykloheksanol, II-rzędowy.

3.5. 

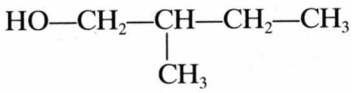
pentan-1-ol



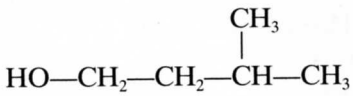
pentan-2-ol



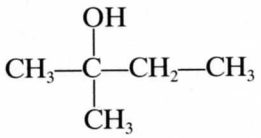
pentan-3-ol



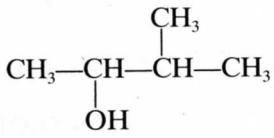
2-metylobutan-1-ol



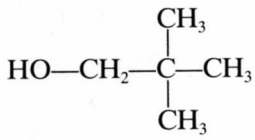
3-metylobutan-1-ol



2-metylobutan-2-ol



3-metylobutan-2-ol



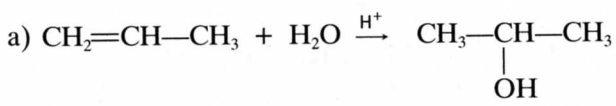
2,2-dimetylopropanol

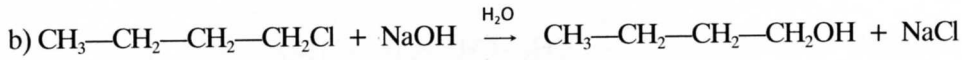
3.6. a) $2\,C_3H_7OH + 9\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 8\,H_2O$

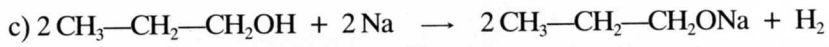
$C_4H_9OH + 6\,O_2 \longrightarrow 4\,CO_2 + 5\,H_2O$

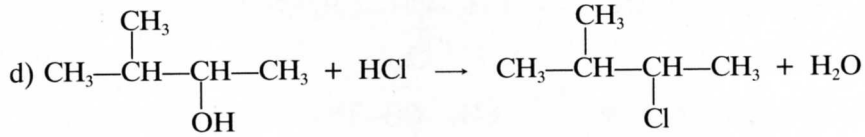
b) $C_3H_7OH + 3\,O_2 \longrightarrow 3\,CO + 4\,H_2O$

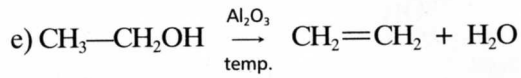
$C_4H_9OH + 4\,O_2 \longrightarrow 4\,CO + 5\,H_2O$

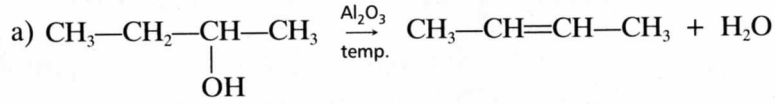
3.7. a) 

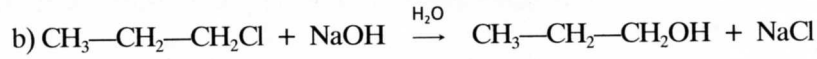
b) 

c) 

d) 

e) 

3.8. a) 

b) 

c) $2\,CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}ONa + H_2$

d) $CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}{-}CH_3 + H_2O$

e) $2\,CH_3OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}O{-}CH_3 + H_2O$

f) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{biokalizatory}} 2\,CH_3{-}CH_2OH + 2\,CO_2$

3.9. a) $CH_3{-}CH_2{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3{-}CH_2{-}CH_2Cl + HCl$

$CH_3{-}CH_2{-}CH_2Cl + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + KCl$

$2\,CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + 2\,K \longrightarrow 2\,CH_3{-}CH_2{-}CH_2OK + H_2$

b) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3$

$CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3 + H_2O$

c) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 + H_2O$

$CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$

d) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_3{-}CH{=}CH_2 + H_2O$

$CH_3{-}CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$

$CH_3{-}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 + KCl$

3.10. a) $CH_3{-}CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3{-}CH_2Cl \xrightarrow[H_2O]{NaOH} CH_3{-}CH_2OH \xrightarrow{Na} CH_3{-}CH_2ONa$

b) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$ lub $CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{HBr} CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3 \xrightarrow[H_2O]{NaOH} CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CH_3$

c) $CH_3—CH_2—C{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (niedomiar)} CH_3—CH_2—CH{=}CH_2 \xrightarrow[H^+]{H_2O}$

$$\xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—CH_3 \xrightarrow{HBr} CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}—CH_3$$

$$\Big\downarrow K$$

$$CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle OK}{\underset{|}{CH}}—CH_3$$

3.11.

$$CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HBr} CH_3—CH_2Br \xrightarrow{Na} CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2}$$

$$\xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3—CH_2—CH_2—CH_2Cl \xrightarrow[H_2O]{KOH} CH_3—CH_2—CH_2—CH_2OH$$

3.12.

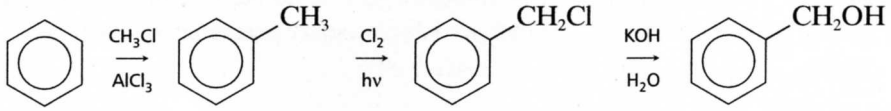
a) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (niedomiar)} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow[H^+]{H_2O} CH_3—CH_2OH \xrightarrow{Na} CH_3—CH_2ONa$

b) $Al_4C_3 \xrightarrow{HCl} CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[H_2O]{KOH} CH_3OH$

c) $CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC{\equiv}CH \xrightarrow[Pt]{H_2\ (niedomiar)} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3—CH_2Cl \xrightarrow{Na}$

$$\xrightarrow{Na} CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3—\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3 \xrightarrow[H_2O]{KOH} CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3$$

d) $CH_4 \xrightarrow[h\nu]{Cl_2} CH_3Cl$



3.13. $CH_2{=}CH_2$; $CH_3—O—CH_3$; $CH_3—O—CH_2—CH_3$; $CH_3—CH_2—O—CH_2—CH_3$.

3.14. Cząsteczki etanolu są polarne i dlatego dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalniku polarnym, jakim jest woda, ponadto mogą wytwarzać z cząsteczkami wody wiązania wodorowe. Cząsteczki etanu są natomiast niepolarne, więc źle rozpuszczają się w polarnym rozpuszczalniku.

3.15. Wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczkach *n*-alkanoli zwiększa się temperatura wrzenia tych związków, maleje natomiast zdolność do rozpuszczania się w wodzie. Zmiana właściwości wynika z masy cząsteczkowej i wzrostu długości niepolarnego łańcucha węglowego.

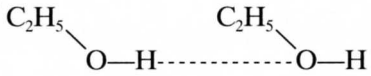
3.16.

Liczba atomów węgla – *n*	Wzór alkanu	Temperatura wrzenia alkanu [°C]	Wzór alkoholu	Temperatura wrzenia alkoholu [°C]
1	CH_4	–162	CH_3OH	65
2	C_2H_6	–89	C_2H_5OH	78
3	C_3H_8	–42	C_3H_7OH	98
4	C_4H_{10}	–0,55	C_4H_9OH	118
5	C_5H_{12}	36	$C_5H_{11}OH$	138

Temperatury wrzenia *n*-alkanoli są wyższe niż temperatury wrzenia odpowiednich *n*-alkanów, ponieważ między polarnymi cząsteczkami alkoholi występują stosunkowo silne oddziaływania dipol–dipol oraz wiązania wodorowe.

3.17. Kontrakcja polega na zmianie objętości zachodzącej przy mieszaniu cieczy – objętość uzyskanego roztworu jest mniejsza niż suma objętości zmieszanych ciekłych składników. Zjawisko to zachodzi na skutek tworzenia się wiązań wodorowych między cząsteczkami wody i etanolu.

3.18.



3.19. Przebieg reakcji alkoholu ze stężonym kwasem solnym w obecności $ZnCl_2$ jest następujący:

$$ROH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} RCl + H_2O$$

Alkohol III-rzędowy reaguje bardzo szybko, natychmiast następuje zmętnienie mieszaniny reakcyjnej. Alkohol II-rzędowy reaguje powoli, a zmętnienie mieszaniny reakcyjnej następuje po około 5 minutach. Alkohol I-rzędowy w tych warunkach nie reaguje.

3.20. a) Wystarczy porównać rozpuszczalność obu alkoholi w wodzie – metanol rozpuszcza się bardzo dobrze, natomiast butan-1-ol bardzo słabo. Można też porównać gęstość alkoholi – metanol ma znaczenie mniejszą gęstość od butan-1-olu; b) należy przeprowadzić reakcję z sodem – metanol jako aktywniejszy przereaguje szybciej.

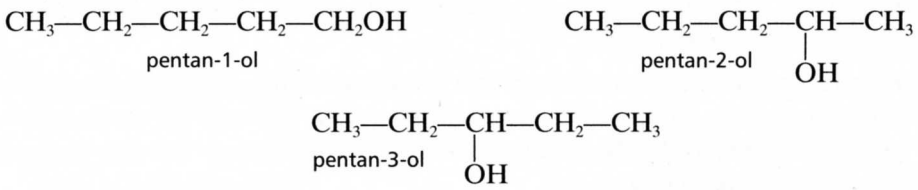
3.21. 26,8 kg.

3.22. 115,7 m^3.

3.23. C_4H_9OH.

3.24. $C_5H_{11}OH$.

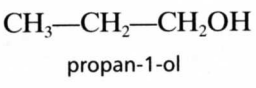
Przykładowe izomery:



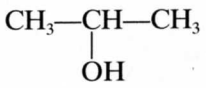
3.25. C_4H_9OH.

3.26. C_3H_7OH.

Izomery:



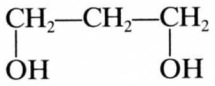
propan-1-ol



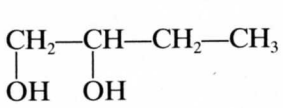
propan-2-ol

3.27. Etano-1,2-diol; b) propano-1,2-diol; c) butano-1,2,3,4-tetraol; d) propano-1,2,3-triol; e) 2-metylopentano-2,4-diol; f) cykloheksano-1,3-diol.

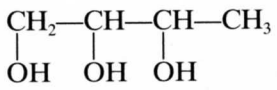
3.28. a)



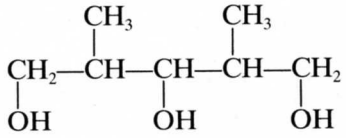
b)



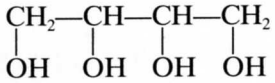
c)



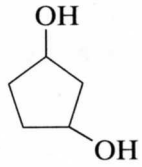
d)



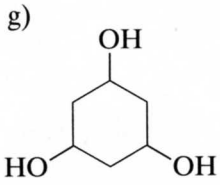
e)



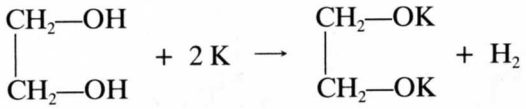
f)



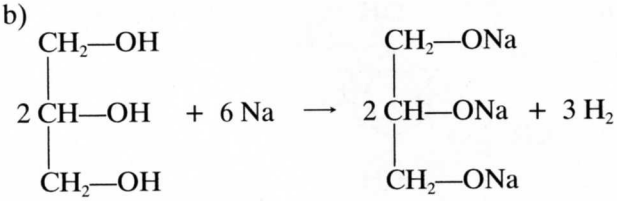
g)



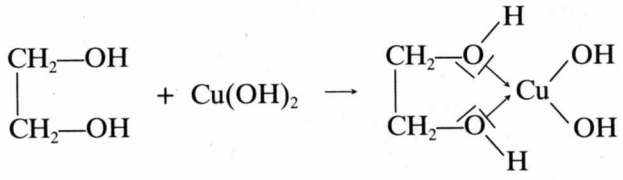
3.29. a)



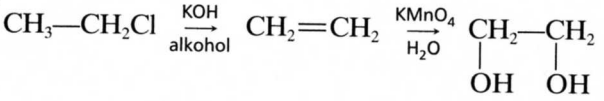
b)



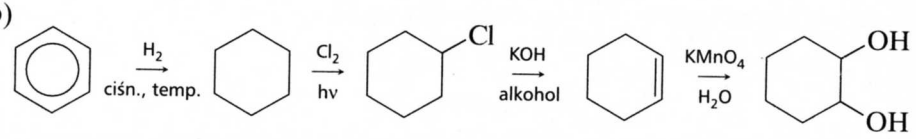
c)



3.30. a)



b)



3.31. $8{,}9 \cdot 10^{-3}$ mola.

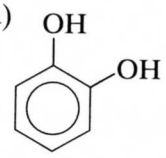
3.32. 174 m^3.

3.33. $C_4H_8(OH)_2$.

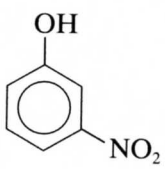
3.34. Wzory alkoholi: a, b, c, e, g, h; wzory fenoli: d, f.

3.35. a) Fenol; b) benzeno-1,3-diol (*o*-dihydroksybenzen); c) *o*-metylofenol; d) 2-fenyloetanol; e) 3-etylo-4-metylofenol; f) 1-naftol; g) cykloheksanol; h) 1-fenylopropan-2-ol; i) 4-fenylobutan-1-ol;
Fenolami są związki: a, b, c, e, f. Alkohole to: d, g, h, i.

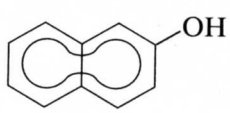
3.36. a)



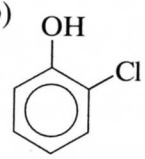
c)



e)



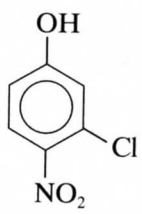
b)



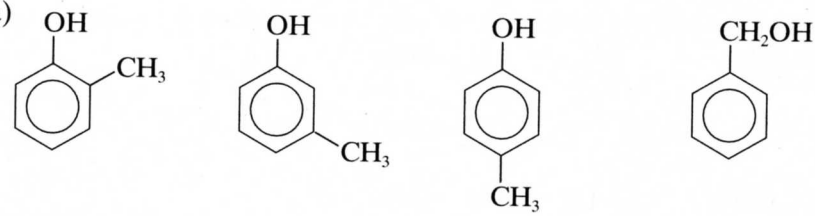
d)



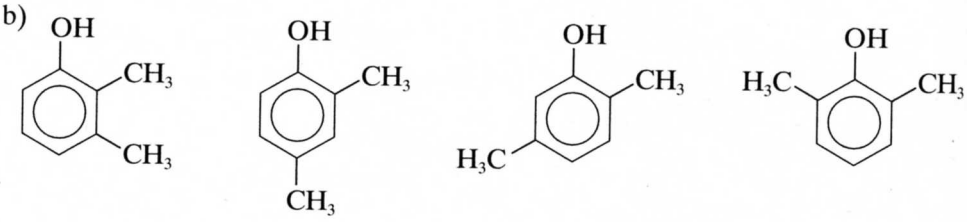
f)

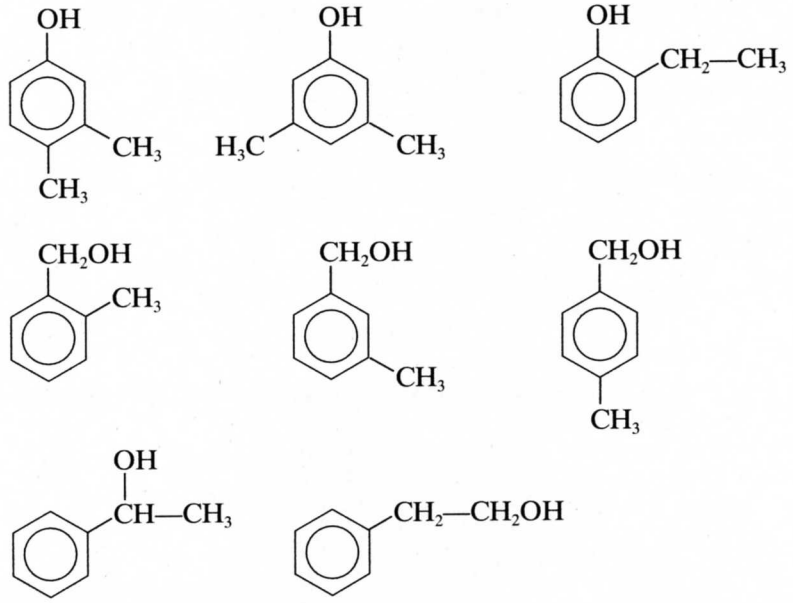


3.37. a)

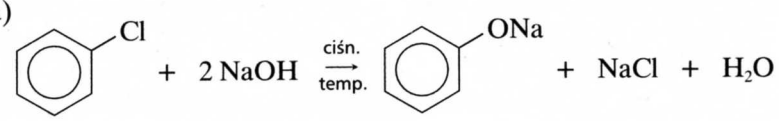


b)

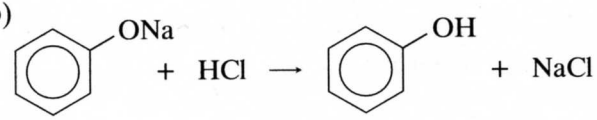




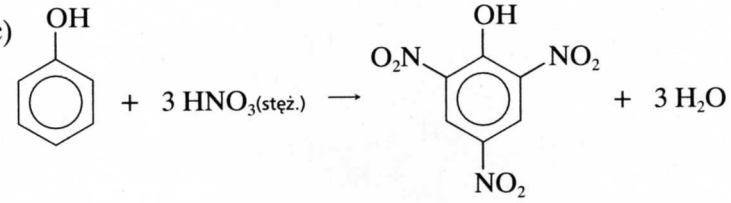
3.38. a)



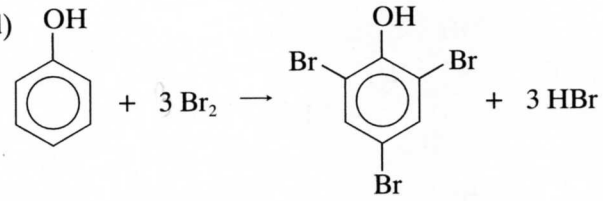
b)



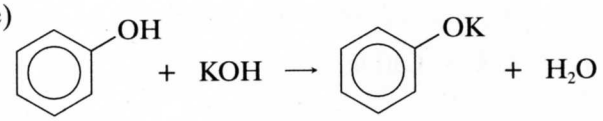
c)



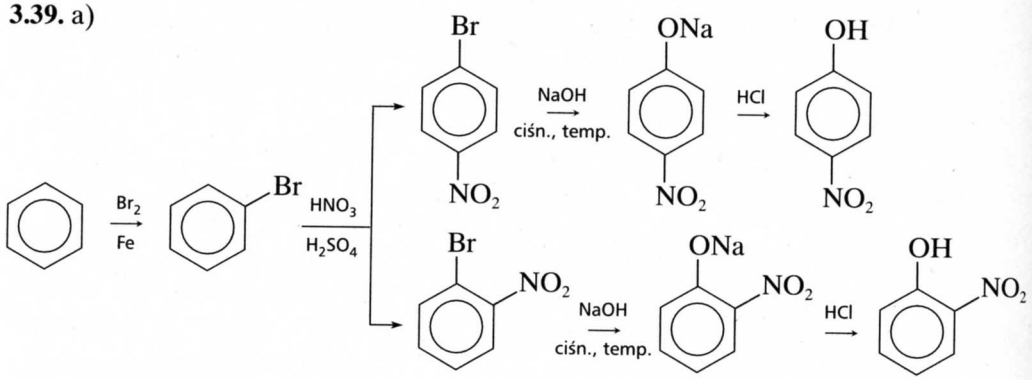
d)



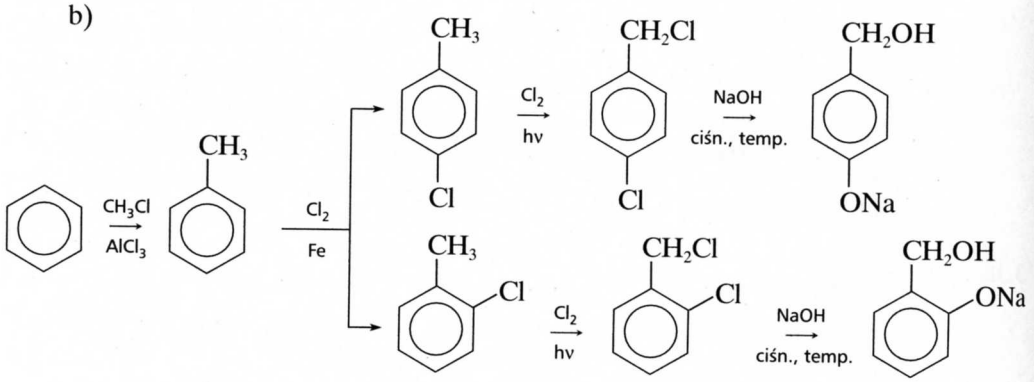
e)



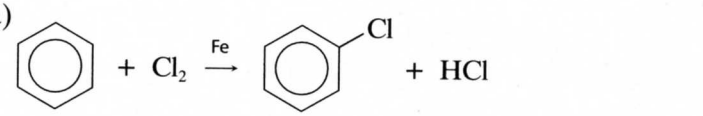
3.39. a)

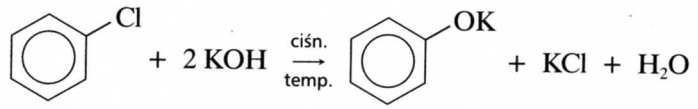

Br
ONa
OH
NaOH
ciśn., temp.
HCl
NO2
Br2
Fe
HNO3
H2SO4

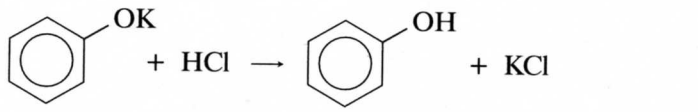
b)

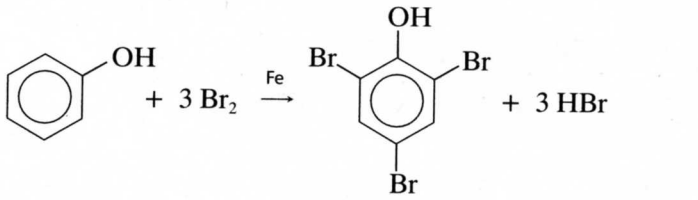

CH3
CH2Cl
CH2OH
Cl2
hv
NaOH
ciśn., temp.
CH3Cl
AlCl3
Fe
ONa

3.40. a)

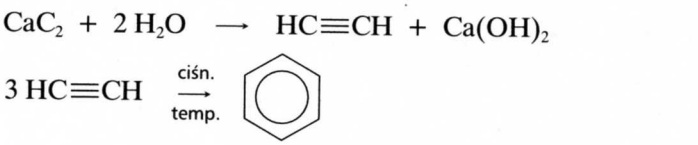

Fe
Cl
+ Cl2
+ HCl

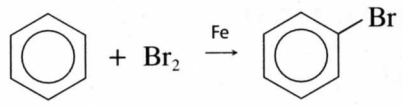

Cl
+ 2 KOH
ciśn.
temp.
OK
+ KCl + H2O

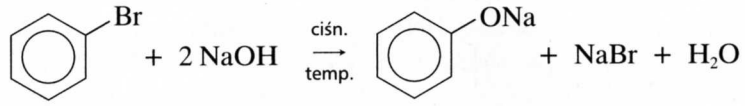

OK
+ HCl
OH
+ KCl

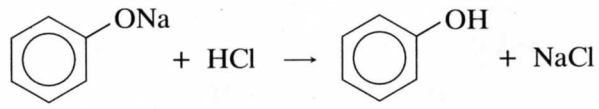

OH
+ 3 Br2
Fe
Br
Br
Br
+ 3 HBr

b)

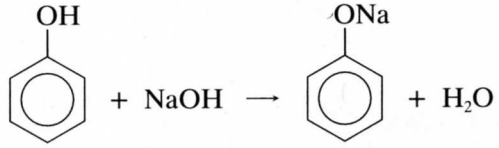

CaC2 + 2 H2O
HC≡CH + Ca(OH)2
3 HC≡CH
ciśn.
temp.







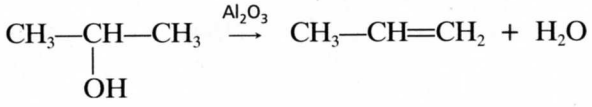
3.41. a) W przypadku propan-2-olu reakcja nie zachodzi.



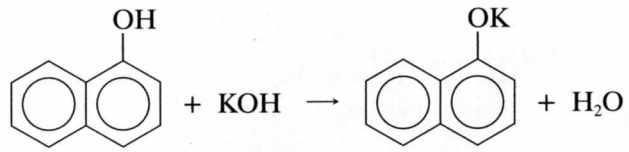
b) W przypadku fenolu reakcja nie zachodzi.



c) W przypadku fenolu reakcja nie zachodzi.

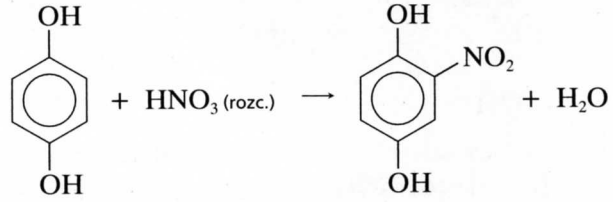


3.42. a)



b) $(CH_3—CH_2O)_2Ca + 2\,HCl \longrightarrow 2\,CH_3—CH_2OH + CaCl_2$

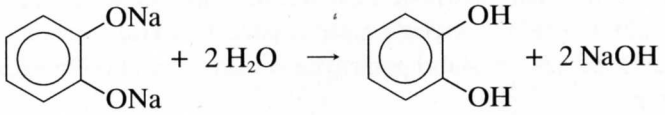
c)



d) reakcja nie zachodzi

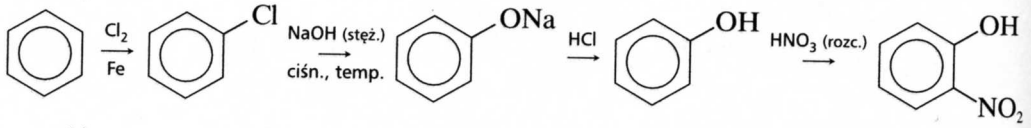
e) $CH_3—CH_2—CH_2—OK + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—CH_2—OH + KOH$

f)

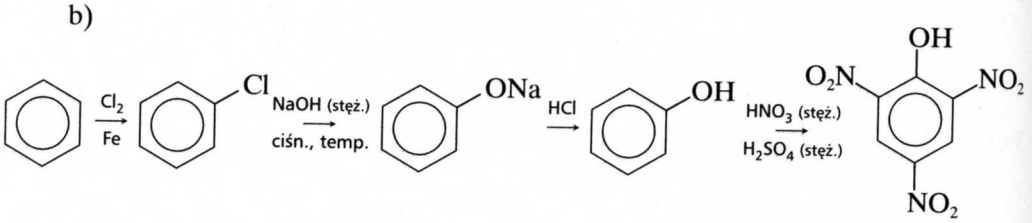


g) $CH_2(OK)-CH_2(OK) + 2\,H_2O \longrightarrow CH_2(OH)-CH_2(OH) + 2\,KOH$

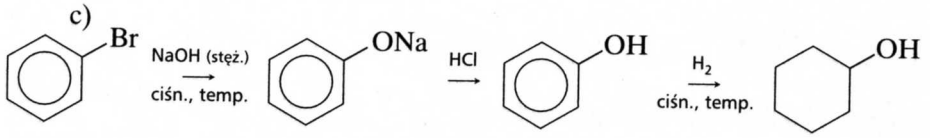
3.43. a)



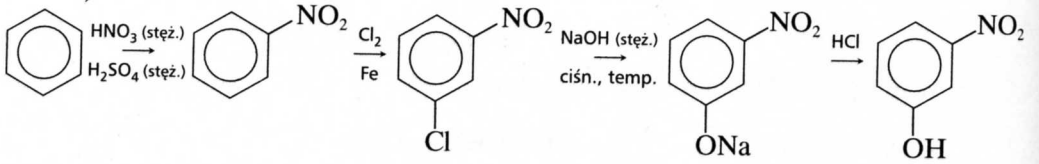
b)



c)



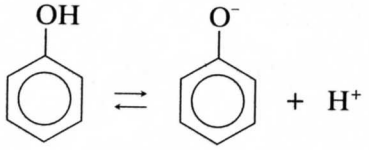
d)



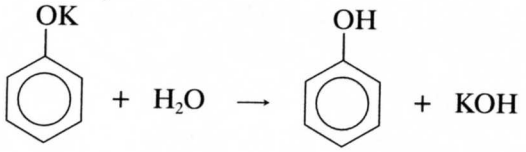
3.44. a) Obojętny,
b) obojętny,
c) zasadowy:

$$C_2H_5ONa + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH + NaOH$$

d) kwaśny:



e) zasadowy:

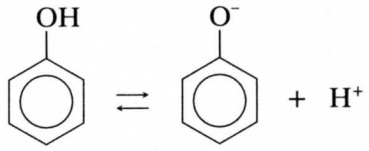


3.45. a) Benzen, fenol, 2-naftol; temperatura wrzenia związku rośnie wraz ze wzrostem masy jego cząsteczek oraz ich polarności (2-naftol ma znacznie większą masę cząsteczkową od fenolu, ten zaś ma większą masę cząsteczkową od benzenu; ponadto fenol i 2-naftol są związkami słabo polarnymi w odróżnieniu od benzenu, który jest niepolarny);

b) metanol, butan-1-ol, fenol; temperatura wrzenia związku rośnie wraz ze wzrostem masy jego cząsteczek (fenol ma większą masę cząsteczkową od butan-1-olu, który ma większą masę cząsteczkową od metanolu);

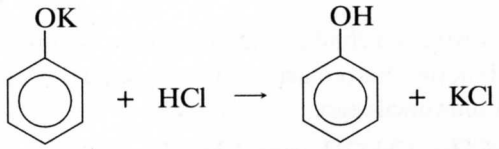
c) etan, etanol, benzeno-1,2-diol; temperatura wrzenia związku rośnie wraz ze wzrostem masy jego cząsteczek oraz ze zwiększaniem się ich polarności (benzeno-1,2-diol ma znacznie większą masę cząsteczkową od etanolu, ten zaś ma większą masę cząsteczkową od etanu; ponadto benzeno-1,2-diol i etanol są związkami polarnymi w odróżnieniu od etanu, który jest niepolarny).

3.46. a) Należy zbadać odczyn tych roztworów – roztwór fenolu ma odczyn kwaśny, natomiast roztwór etanolu jest obojętny.

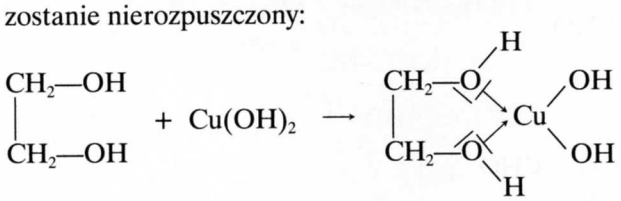


b) Należy oba związki rozpuścić w wodzie, a następnie do tak uzyskanych roztworów dodać kwas solny. W przypadku etanolanu potasu w wyniku reakcji z kwasem solnym powstanie etanol, który jest dobrze rozpuszczalny w wodzie, więc nie zaobserwujemy żadnych zmian. W reakcji fenolanu potasu z kwasem solnym powstanie fenol, który jako związek stosunkowo słabo rozpuszczalny w wodzie wytrąci się z roztworu.

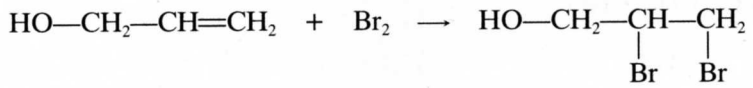
$$C_2H_5OK + HCl \longrightarrow C_2H_5OH + KCl$$



c) Należy poddać oba związki reakcji z $Cu(OH)_2$ – w przypadku etano-1,2-diolu nastąpi roztworzenie osadu wodorotlenku, natomiast w przypadku etanolu osad pozostanie nierozpuszczony:



d) Należy poddać oba związki działaniu wody bromowej – jedynie w przypadku prop-2-en-1-olu nastąpi odbarwienie wody bromowej:



3.47. 4,5%.

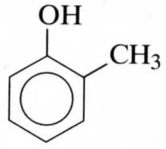
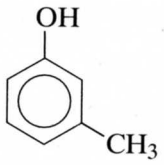
3.48. 38,9787 g.

3.49. 4,7 kg.

3.50. $C_6H_4(OH)_2$



3.51. C_7H_7OH


3.52. 1. a. 2. d. 3. d. 4. a. 5. d. 6. c. 7. b. 8. c. 9. c.

10. a) $C_6H_5OH \overset{H_2O}{\rightleftarrows} C_6H_5O^- + H^+$

b) $CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2O$

c) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + HBr \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_2Br + H_2O$

11. c. 12. b. 13. d.

14. Należy rozpuścić oba związki w wodzie i zbadać odczyny wodne tych roztworów. Roztwór gliceryny ma odczyn obojętny, natomiast etanolanu sodu zasadowy, co stwierdzamy za pomocą papierka uniwersalnego.

3.53. 1. c. 2. d. 3. $C_3H_8O_2$, $CH_2OH{-}CH_2{-}CH_2OH$ oraz $CH_2OH{-}CHOH{-}CH_3$. 4. a. 5. b. 6. c. 7. b. 8. a. 9. d. 10. c.

3.54. a) $CH_3{-}CH_2{-}CHO$

b) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CHO$

$CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H{-}CHO$

c) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CHO$

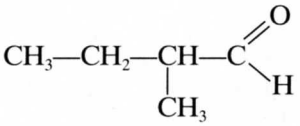
$CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H{-}CH_2{-}CHO$

$CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H{-}CHO$

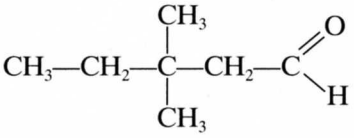
$CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}{-}CHO$

3.55. a) Etanal; b) 2-metylopropanal; c) but-2-enal; d) 3-metylobutanal; e) butanodial; f) cykloheksanokarboaldehyd.

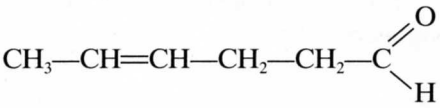
3.56. a)



b)

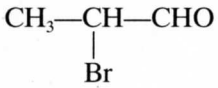


c)

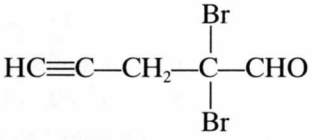


d) $CH_2=CH-CHO$

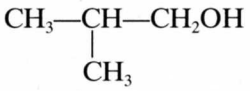
e)



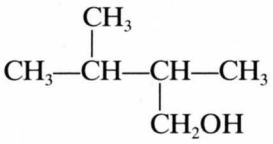
f)



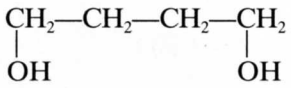
3.57. a)



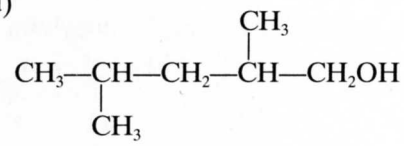
b)



c)



d)



3.58. C_3H_4O

$CH_2=CH-CHO$

3.59. a) $CH_3OH + CuO \xrightarrow{temp.} HCHO + Cu + H_2O$

b) $CH_3CH_2CH_2OH + CuO \xrightarrow{temp.} CH_3CH_2CHO + Cu + H_2O$

c) $CH_3CHO + Ag_2O \xrightarrow{temp.} CH_3COOH + 2\,Ag$

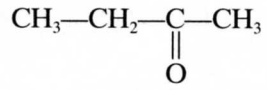
d) $CH_3CH(CH_3)CHO + Ag_2O \xrightarrow{temp.} CH_3CH(CH_3)COOH + 2\,Ag$

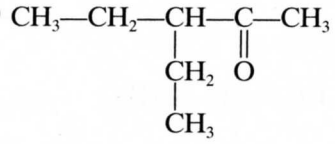
e) $CH_3CH(CH_3)CH_2CHO + 2\,Cu(OH)_2 \xrightarrow{temp.} CH_3CH(CH_3)CH_2COOH + Cu_2O + 2\,H_2O$

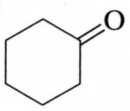
f) $CH_3CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2OH$

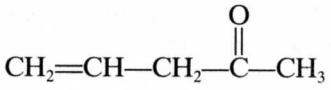
g) $CH_3CH_2CHO + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_2OH$

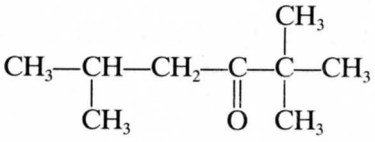
h) $HC\equiv CH + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} CH_3CHO$

3.60. a) 

b) 

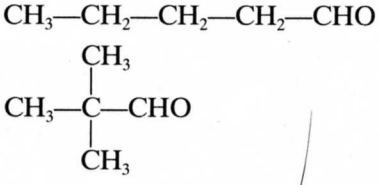
c) 

d) 

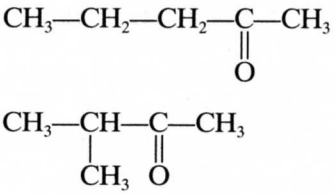
e) 

3.61. a) Propanon; b) 3-metylobutan-2-on; c) 3-metylopent-4-en-2-on; d) 5-etylo-2,2-dimetyloheks-5-en-3-on; e) 4-bromopentan-2-on.

3.62. a) Związki z grupą aldehydową

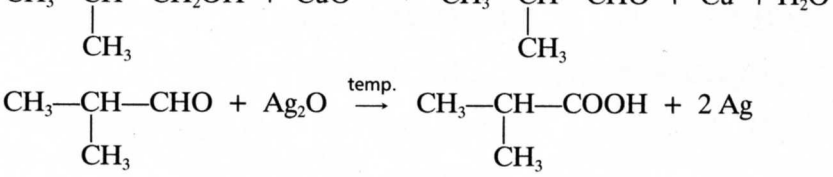


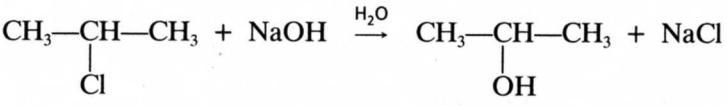
b) związki z grupą karbonylową

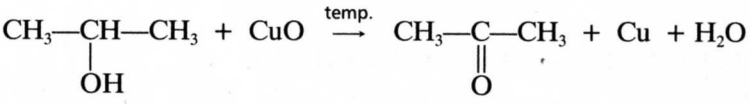


3.63. 86,2%.

3.64. 320,32 dm^3.

3.65. a) 

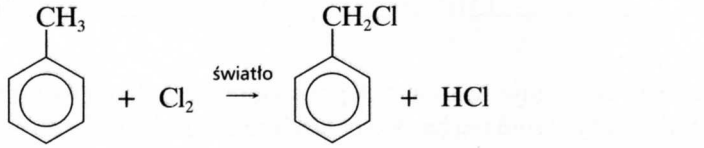
b) 

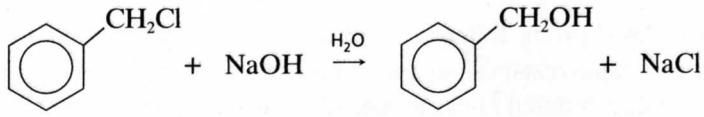


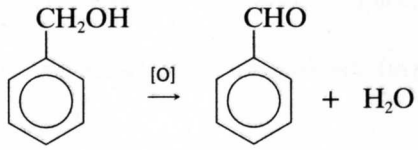
c) $CH_3—CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3—CH_2Br + HBr$

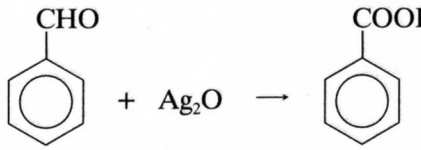
$CH_3—CH_2Br + NaOH \xrightarrow{H_2O} CH_3—CH_2OH + NaBr$

$CH_3—CH_2OH + CuO \xrightarrow{\text{temp.}} CH_3—CHO + Cu + H_2O$

d) 

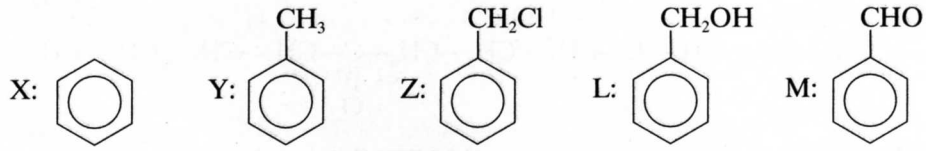






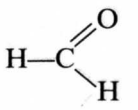
3.66. a) X: $CH_2=CH_2$; Y: $CH_3—CH_2OH$; Z: $CH_3—CHO$;

b) X: CH_3CHO; Y: CH_3COOH;

c) 

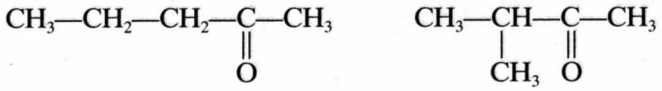
d) X: $CH_2=CH—CH_3$; Y: $CH_3—CHBr—CH_3$; Z: $CH_3—CH(OH)—CH_3$.

3.67.



metanal

3.68. Warunki zadania spełniają dwa ketony o wzorach:



3.69. HCHO, czyli 1 atom węgla.

3.70. Wykres jest analogiczny do przedstawionego w zadaniu 3.69. W celu sporządzenia wykresu należy przygotować tabelę, wykorzystując odpowiednie równanie reakcji:

$CH_3—CH_2—CHO + 2\,Cu(OH)_2 \longrightarrow CH_3—CH_2—COOH + Cu_2O + 2\,H_2O$

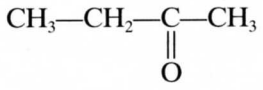
masa aldehydu	10	20	30	40
masa Cu_2O [g]				

3.71. 367,5 g.

3.72. Najbardziej lotny jest etan, gdyż jest najmniej polarny i ma najmniejszą masę cząsteczkową. Najmniej lotny etanol ma bardzo polarne cząsteczki zdolne do tworzenia wiązań wodorowych.

3.73. a) Wystarczy zastosować próbę Tollensa, która daje pozytywny efekt dla propanalu;
b) należy porównać rozpuszczalność wymienionych związków w wodzie – aceton jest w niej rozpuszczalny, butanal i heksan nie. Aby odróżnić od siebie butanal i heksan, trzeba przeprowadzić próby Tollensa lub Trommera, dające pozytywny wynik dla butanalu;
c) reakcja nitrowania daje pozytywny wynik dla związku aromatycznego, czyli aldehydu benzoesowego.

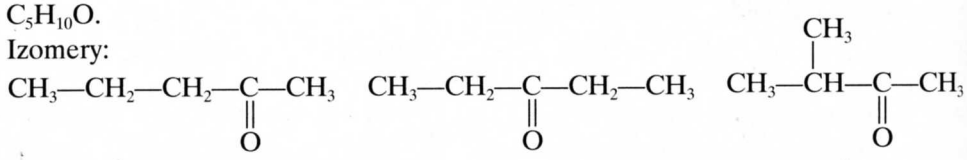
3.74. C_4H_8O; butanon;



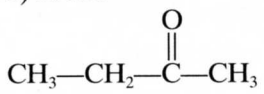
3.75. $CH_3—CH_2CHO$
propanal.

3.76. 58,8 dm^3.

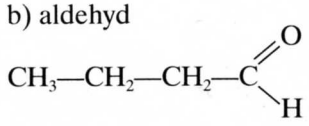
3.77. $C_5H_{10}O$.
Izomery:



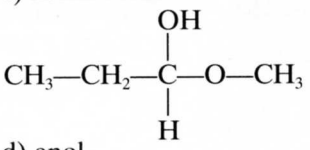
3.78. a) keton



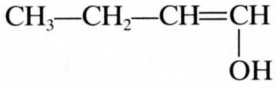
b) aldehyd



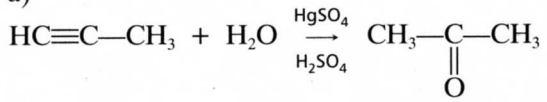
c) hemiacetal



d) enol



3.79. a)

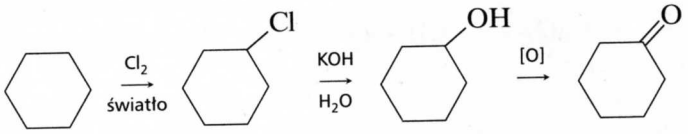


b) $CH_3—CHO + CH_3—CH_2OH \xrightarrow{H^+} CH_3—CH(O—CH_2—CH_3)—OH$

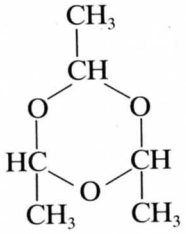
c) $CH_3—C(=O)—CH_3 + CH_3—OH \xrightarrow{H^+} CH_3—C(OH)(O—CH_3)—CH_3$

d) $CH_2(OH)—CH_2(OH) \xrightarrow{[O]} CH(=O)—CH(=O) + 2\,H_2O$

3.80.



3.81.



3.82. a) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3Cl + HCl$ substytucja

$CH_3Cl + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3OH + KCl$ substytucja

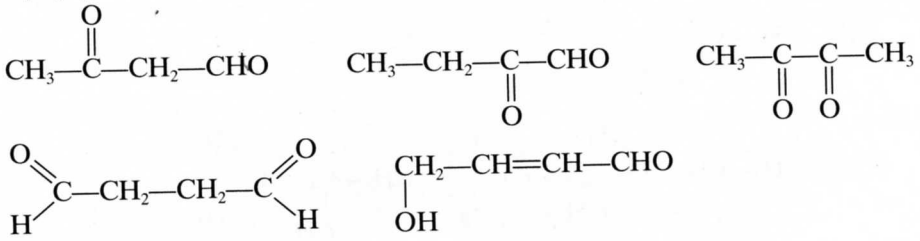
b) $CH_3—CH_2ONa + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2OH + NaOH$ hydroliza

$CH_3—CH_2OH \xrightarrow{Al_2O_3} CH_2=CH_2 + H_2O$ eliminacja

$CH_2=CH_2 \xrightarrow[H_2O]{[O]} CH_2(OH)—CH_2(OH)$ utlenianie

$CH_2(OH)—CH_2(OH) \xrightarrow{[O]} CH(=O)—CH(=O)$ utlenianie

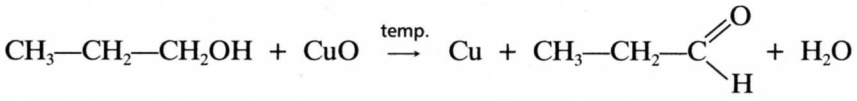
3.83. $C_4H_6O_2$



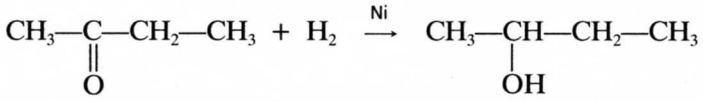
3.84.

1. c. 2. b.

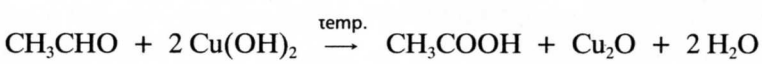
3. a)



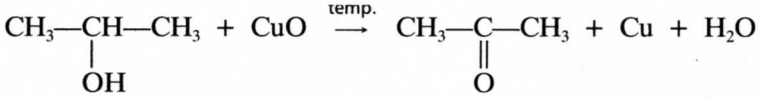
b)



c)



d)

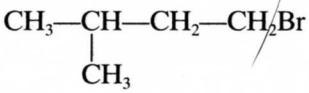


4. a.

5. Trimeryzacji poddano metanal HCHO.

6. d.

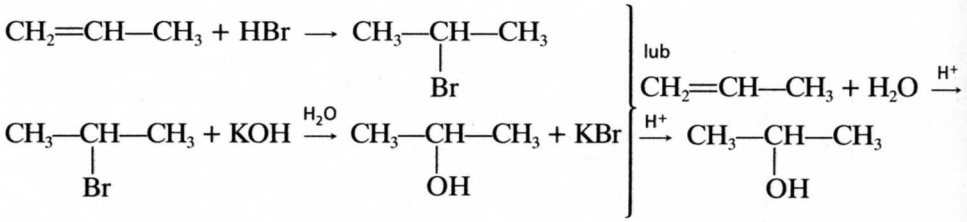
7. Związkiem A jest 1-bromo-3-metylobutan:

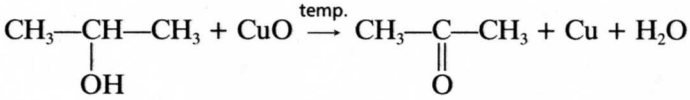


8. c. 9. b. 10. d. 11. a. 12. Wystarczy. 13. c.

3.85.

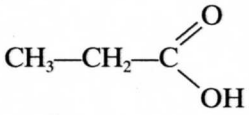
1.



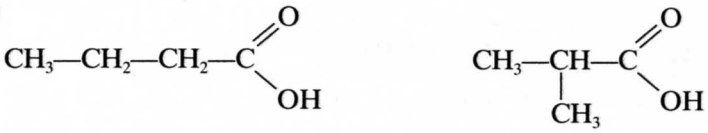


2. d. 3. b. 4. d. 5. a. 6. b. 7. c. 8. a. 9. c. 10. d. 11. c. 12. c. 13. a. 14. b.

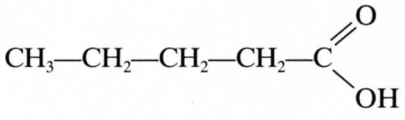
3.86. a)

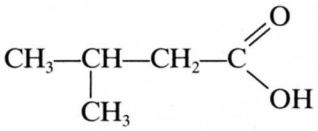


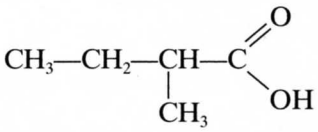
b)

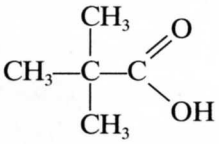


c)









3.87. a) Kwas pentanowy; b) kwas 2-metylopropanowy; c) kwas 2,3-dimetylobutanowy; d) kwas 2-metylopent-3-enowy; e) kwas benzenokarboksylowy(benzoesowy); f) kwas propano-1,3-diowy.

3.88. a) $CH_3—COOH$

b) $CH_3—CH_2—COOH$

c) $CH_3—CH(CH_3)—CH_2—COOH$

d) $CH_3—CH(CH_3)—CH(CH_3)—CH_2—COOH$

e) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH(Cl)—COOH$

f) $CH_2=CH—COOH$

3.89. a) C_3H_5COOH, C_4H_7COOH, C_5H_9COOH;
b) C_4H_9COOH, $C_5H_{11}COOH$, $C_6H_{13}COOH$;
c) $CH_2(COOH)_2$, $C_2H_4(COOH)_2$, $C_3H_6(COOH)_2$.

3.90. a) $CH_3—CH_2—CH_2—OH + CuO \xrightarrow{temp.} CH_3—CH_2—CHO + Cu + H_2O$

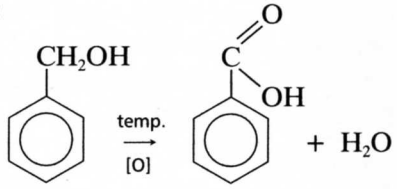
$CH_3—CH_2—CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—COOH + 2\,Ag$

b) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH + CuO \xrightarrow{temp.}$

$\xrightarrow{temp.} CH_3—CH_2—CH_2—CHO + Cu + H_2O$

$CH_3—CH_2—CH_2—CHO + 2\,Cu(OH)_2 \xrightarrow{temp.} CH_3—CH_2—CH_2—COOH + Cu_2O + 2\,H_2O$

☆ c)



3.91. CH_3COOH.

3.92. a) $HCOOH$, C_2H_5COOH, C_3H_7COOH, $C_{17}H_{35}COOH$;
b) $C_{17}H_{35}COOH$, C_3H_7COOH, C_2H_5COOH, $HCOOH$;
c) $C_{17}H_{35}COOH$, C_3H_7COOH, C_2H_5COOH, $HCOOH$.

3.93. a) $C_{17}H_{35}COOH + KOH \longrightarrow C_{17}H_{35}COOK + H_2O$

b) $2\,CH_3COOH + Zn \longrightarrow (CH_3COO)_2Zn + H_2$

c) $2\,CH_3COOH + CaO \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$

d) $2\,HCOOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,HCOONa + CO_2 + H_2O$

e) $HCOOH + C_{15}H_{31}COONa \longrightarrow HCOONa + C_{15}H_{31}COOH$

f) $C_{17}H_{33}COOH + Br_2 \longrightarrow C_{17}H_{33}Br_2COOH$

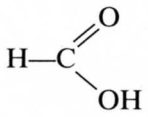
3.94. a) $2\,HCOOH + Mg \longrightarrow (HCOO)_2Mg + H_2$

b) $2\,HCOOH + CuO \longrightarrow (HCOO)_2Cu + H_2O$

c) $2\,HCOOH + Ba(OH)_2 \longrightarrow (HCOO)_2Ba + 2\,H_2O$

d) $2\,HCOOH + K_2CO_3 \longrightarrow 2\,HCOOK + H_2O + CO_2$

3.95. W cząsteczce HCOOH można wyróżnić grupę aldehydową, która ma właściwości redukcyjne, ulegając na przykład próbie Tollensa:



$$+ Ag_2O \longrightarrow CO_2 + 2\,Ag + H_2O$$

3.96. Kwasy: CH_3COOH, C_2H_5COOH; keton – $CH_3COC_3H_7$.

3.97. a) $CH_3{-}CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{światło}} CH_3{-}CH_2Br + HBr$

$CH_3{-}CH_2Br + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3{-}CH_2OH + KBr$

$CH_3{-}CH_2OH + CuO \longrightarrow CH_3{-}CHO + Cu + H_2O$

$CH_3{-}CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3{-}COOH + 2\,Ag$

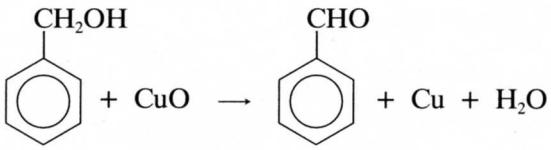
$2\,CH_3{-}COOH + MgO \longrightarrow (CH_3{-}COO)_2Mg + H_2O$

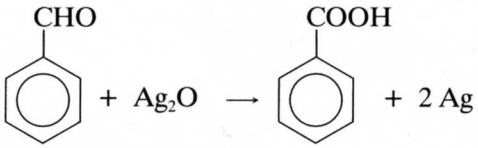
b) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2OH + CuO \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CHO + Cu + H_2O$

$CH_3{-}CH_2{-}CHO + 2\,Cu(OH)_2 \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}COOH + Cu_2O + 2\,H_2O$

$CH_3{-}CH_2{-}COOH + NaOH \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}COONa + H_2O$

c)





3.98. a) $CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4} CH_3CHO$

$CH_3CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3COOH + 2\,Ag$

b) $CH_3—CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3—CH_2—CH_3$

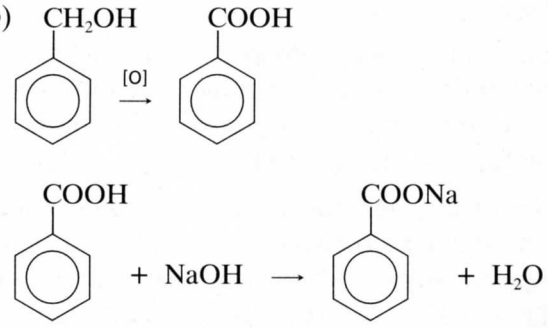
$CH_3—CH_2—CH_3 + Br_2 \xrightarrow{światło} CH_3—CH_2—CH_2Br + HBr$

$CH_3—CH_2—CH_2Br + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3—CH_2—CH_2OH + KBr$

$CH_3—CH_2—CH_2OH + CuO \xrightarrow{temp.} CH_3—CH_2—CHO + Cu + H_2O$

$CH_3—CH_2—CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—COOH + 2\,Ag$

$CH_3—CH_2—COOH + KOH \longrightarrow CH_3—CH_2—COOK + H_2O$

b) 

3.99. Około 3,73 dm^3 Cl_2.

3.100. Kwas oktenowy jest kwasem nienasyconym o wzorze $C_7H_{13}COOH$, przyłącza on brom zgodnie z równaniem: $C_7H_{13}COOH + Br_2 \longrightarrow C_7H_{13}Br_2COOH$.

3.101. 38,25 g.

3.102. 963,2 dm^3.

3.103. Około 443 g.

3.104. a) Można wykorzystać właściwości redukcyjne kwasu mrówkowego, przeprowadzając na przykład próbę Tollensa:

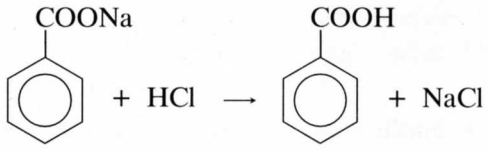
$HCOOH + Ag_2O \longrightarrow CO_2 + 2\,Ag + H_2O$

b) Kwas heksenowy jest kwasem nienasyconym, czyli będzie odbarwiał wodę bromową według równania:

$C_5H_9COOH + Br_2 \longrightarrow C_5H_9Br_2COOH$

c) Wodny roztwór kwasu propanowego ma odczyn kwaśny, a propanolu – odczyn obojętny. Papierek lakmusowy w roztworze kwasu zabarwi się zatem na czerwono.

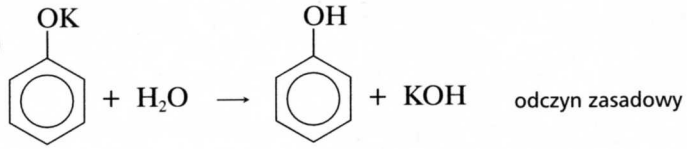
d) Należy podziałać roztworem kwasu solnego. Wydzielający się kwas benzoesowy jest nierozpuszczalny w wodzie i będzie się wydzielał z roztworu.



$CH_3COONa + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$

3.105. a) $CH_3COONa + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + NaOH$ odczyn zasadowy

b) $HCOOK + H_2O \longrightarrow HCOOH + KOH$ odczyn zasadowy

c) 

odczyn zasadowy

d) $C_{17}H_{35}COONa + H_2O \longrightarrow C_{17}H_{35}COOH + NaOH$ odczyn zasadowy

3.106. 50 cm^3.

3.107. Należy dodać około 250 cm^3 wody.

3.108. Wiązania w kwasie są zbyt mało spolaryzowane, aby związek mógł rozpuszczać się w wodzie. W stearynianie sodu znajduje się polarna grupa —COONa, zatem zajście reakcji dysocjacji umożliwia rozpuszczanie się tego związku w wodzie.

$$C_{17}H_{35}COONa \longrightarrow C_{17}H_{35}COO^- + Na^+$$

3.109. Twarda woda zawiera jony Ca^{2+} i Mg^{2+}, które tworzą nierozpuszczalne sole z kwasami zawartymi w mydłach. Większa ilość zużytego mydła wynika z konieczności związania jonów wapnia i magnezu – dopiero wtedy może się odbyć proces prania.

$$2\,C_{17}H_{35}COO^- + Ca^{2+} \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca\downarrow$$

3.110. a) Magnez energicznie roztwarza się w kwasie i wydzielają się pęcherzyki wodoru.

$$Mg + 2\,CH_3COOH \longrightarrow Mg(CH_3COO)_2 + H_2$$

b) Po dodaniu odpowiedniej ilości NaOH następuje zmiana barwy z oranżu metylowego na kolor żółtawy.

$$NaOH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

3.111. a) Należy przeprowadzić reakcję z wodą bromową, która powinna się odbarwić. Reakcja zachodzi według równania:

$$C_{17}H_{33}COOH + Br_2 \longrightarrow C_{17}H_{33}Br_2COOH$$

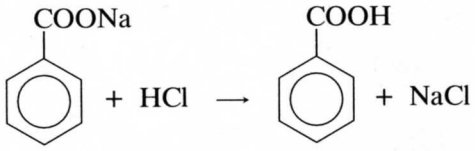
b) Wprowadzenie kwasu octowego do roztworu węglanu potasu spowoduje wydzielanie się nietrwałego kwasu węglowego, który rozkładając się, wydzieli tlenek węgla(IV):

$$Na_2CO_3 + 2\,CH_3COOH \longrightarrow 2\,CH_3COONa + CO_2 + H_2O$$

c) Wprowadzenie na przykład kwasu octowego do roztworu soli kwasu zawierającej większą liczbę atomów węgla (np. stearynianu potasu) spowoduje wydzielanie się nierozpuszczalnego kwasu stearynowego, co oznacza, że jest on słabszy od kwasu octowego.

$$CH_3COOH + C_{17}H_{35}COOK \longrightarrow CH_3COOK + C_{17}H_{35}COOH\downarrow$$

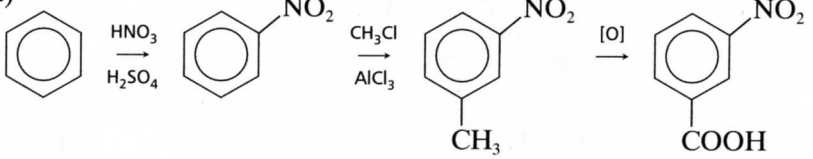
3.112. C_3H_5COOH; $M = 86$ g/mol.

3.113. 

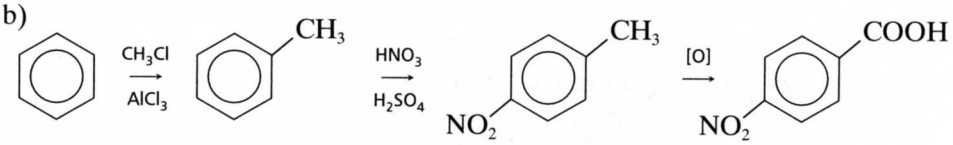
Potrzeba 1,825 g kwasu solnego.

3.114. 5,84 dm^3.

3.115. a)



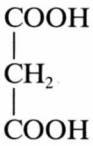
b)



3.116. 2,97 dm^3.

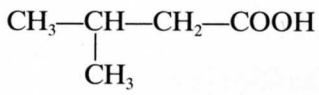
3.117. 10,12 g.

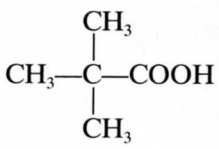
3.118. Kwas propanodiowy



3.119.

1. Właściwości parzące pokrzywy są spowodowane obecnością w jej liściach i łodydze kwasu mrówkowego o wzorze HCOOH.
2. d.
3. a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$

   b) 

   c) 

4. Homologami są związki b, c, d.
5. d.
6. a) $2\,CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,CH_3COONa + CO_2 + H_2O$

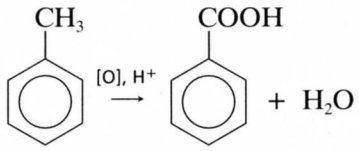
   b) $C_6H_5COOH + KOH \longrightarrow C_6H_5COOK + H_2O$

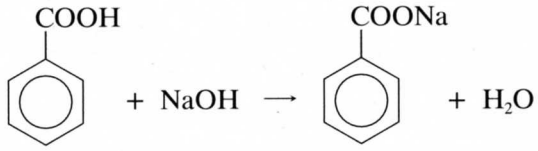
   c) $2\,HCOOH + Zn \longrightarrow (HCOO)_2Zn + H_2$
7. a) Octanu sodowego – odczyn zasadowy; b) kwasu mrówkowego – odczyn kwaśny; c) benzoesanu sodowego – odczyn zasadowy; d) mrówczanu miedzi(II) – odczyn kwaśny.
8. Należy podziałać roztworem wodorotlenku sodowego oraz całość podgrzać. W naczyniu ze stearyną powstanie spieniony roztwór, zaś w drugim substancje nadal będą rozwarstwione.

9. d. 10. c.

11. A: $CH_3CH_2CH_2X$ (X—Cl, Br, I); B: $CH_3CH_2CH_2OH$; C: CH_3CH_2CHO.

12.





13. a) kwas B; b) kwas B; c) kwas A; d) kwas B.

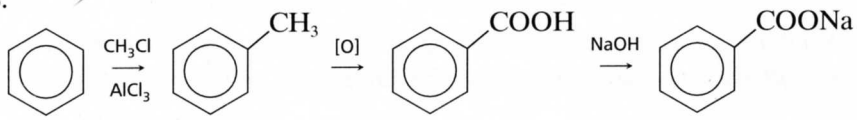
3.120.

1. b. 2. d.

3. Kwas stearynowy, kwas propionowy, kwas mrówkowy.

4. d. 5. b. 6. b. 7. c.

8.

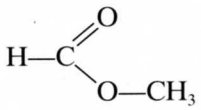


9. c.

10. $HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO$

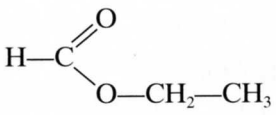
11. d. 12. c. 13. d. 14. c.

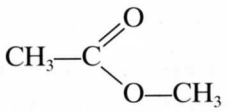
3.121.



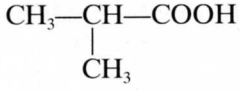
mrówczan metylu

3.122. a) Kwas: $CH_3—CH_2—COOH$

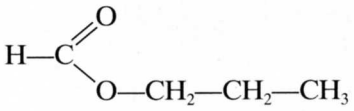
estry: 

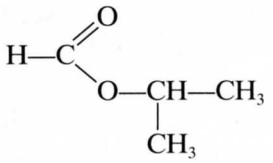


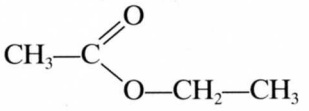
b) kwasy: $CH_3—CH_2—CH_2—COOH$

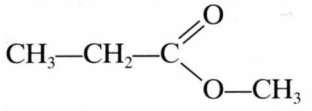


estry:









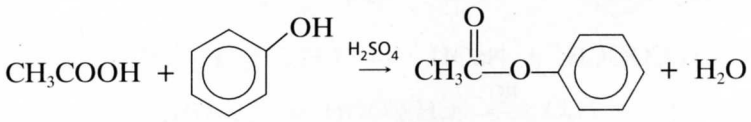
3.123. a) Mrówczan etylu; b) octan metylu; c) propionian metylu; d) propionian fenylu; e) ester etylowy kwasu 2-metylopropanowego; f) mrówczan 2-propylu; g) octan cyklopentylu.

3.124. Różnica polega na innym sposobie rozrywania wiązań w cząsteczce kwasu podczas reakcji z alkoholem i wodorotlenkiem. Podczas estryfikacji w cząsteczce kwasu karboksylowego pęka wiązanie C—O, natomiast podczas reakcji zobojętniania – pęka wiązanie O—H.

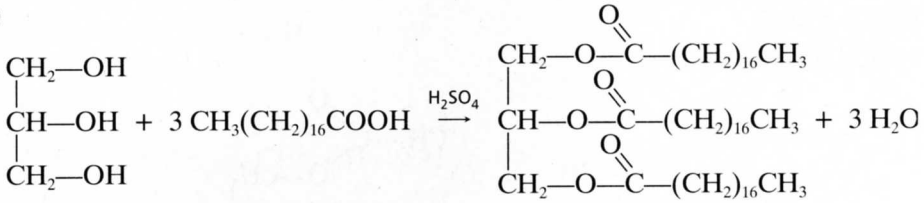
3.125. a) $CH_3CH_2CH_2COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5 + H_2O$

b) $CH_3(CH_2)_{16}COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3(CH_2)_{16}COOC_2H_5 + H_2O$

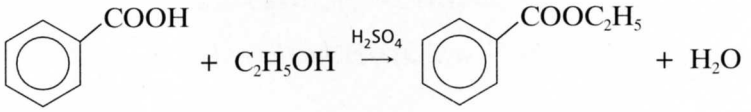
c)



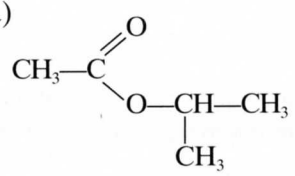
d)



e)

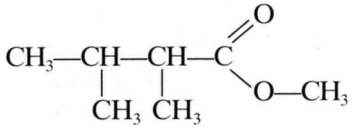


3.126. a)



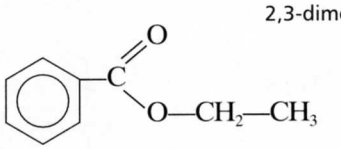
octan 2-propylu

b)



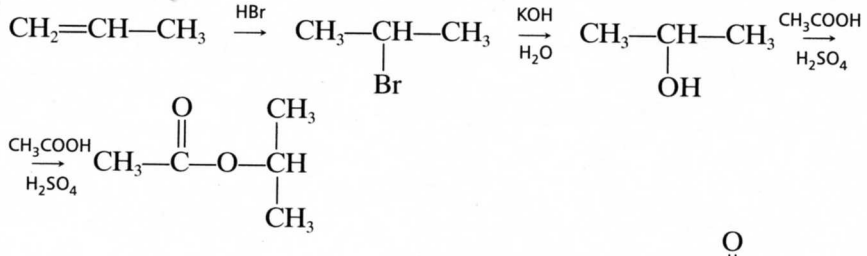
2,3-dimetylobutanian metylu

c)

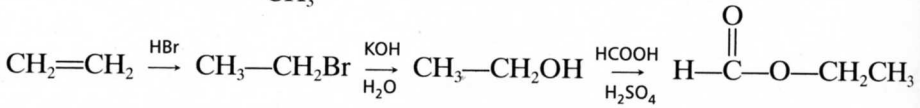


benzoesan etylu

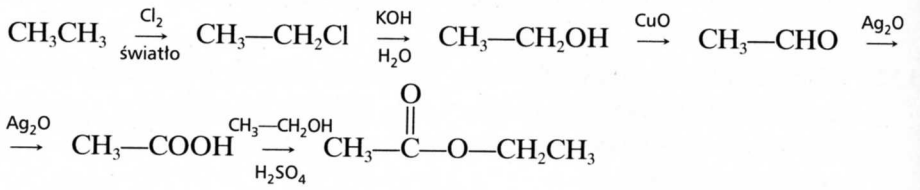
3.127. a)



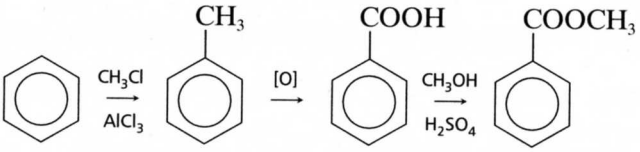
b)



c)



d)



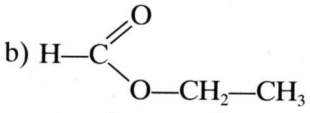
3.128. a) $CH_3CH_2CH_2COOCH_3 + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COONa + CH_3OH$

b) $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{HCl} CH_3COOH + C_2H_5OH$

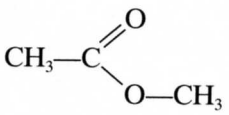
3.129. 5,6 dm^3.

3.130. a) $C_3H_6O_2$

b)



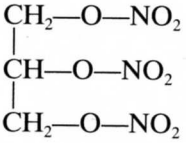
mrówczan etylu



octan metylu

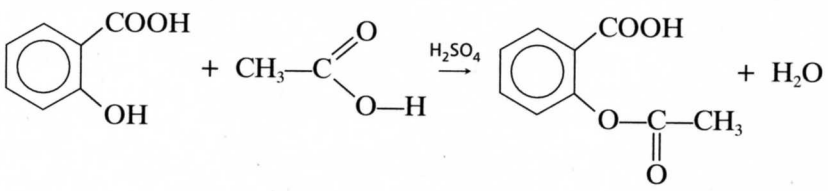
3.131. 89,6 dm^3.

3.132.



W związkach nitrowych atom azotu połączony jest bezpośrednio z atomem węgla, w estrach natomiast atom azotu jest połączony z atomem węgla poprzez atom tlenu. Nitrogliceryna jest więc estrem.

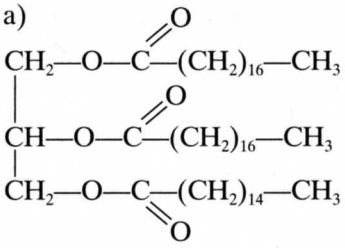
3.133.



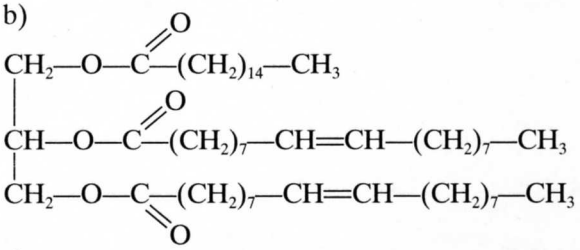
3.134. a) Należy przeprowadzić reakcję estryfikacji za pomocą glicerolu; b) należy przeprowadzić reakcję zobojętnienia za pomocą NaOH; c) należy przeprowadzić reakcję uwodornienia na katalizatorze niklowym.

3.135. $CH_3(CH_2)_{14}COO(CH_2)_{15}CH_3$.

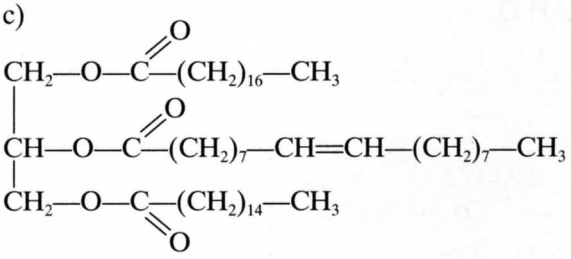
3.136. a)



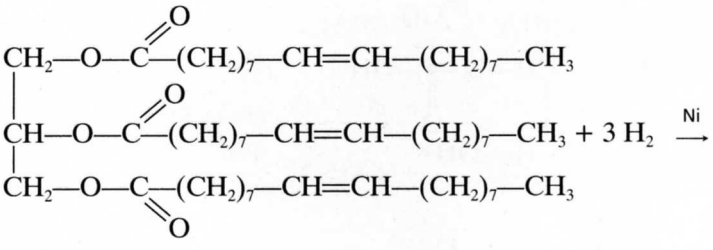
b)

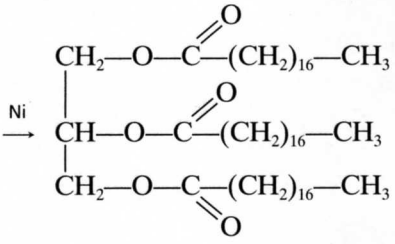


c)



3.137.





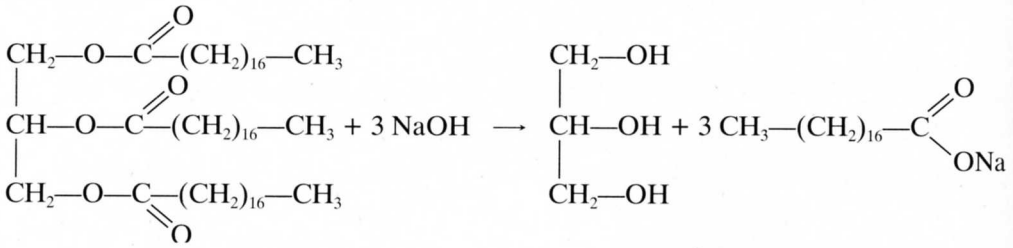
3.138. Część mydła łączy się z jonami Ca^{2+} i Mg^{2+}, tworząc nierozpuszczalne sole.

3.139. W wodzie zakwaszonej mydło będzie się pieniło słabiej, gdyż dodany kwas będzie reagował z mydłem, tworząc kwas karboksylowy, a kwasy tłuszczowe nie mają tak silnych właściwości pieniących jak mydła.

3.140. Fosforany(V) zmiękczają wodę, czyli usuwają z niej jony wapnia, tworząc z nimi nierozpuszczalne osady.

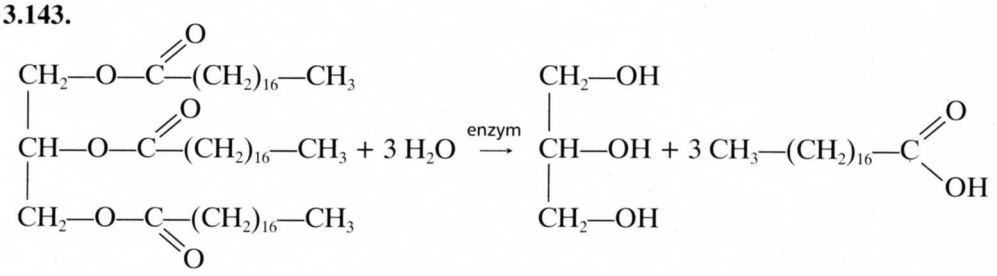
3.141. Nadmierne zwiększenie dostępności składników mineralnych, zwłaszcza związków fosforu obecnych w detergentach, powoduje wzrost produktywności glonów i wyczerpanie się zasobów tlenu w jeziorze. Prowadzi to na przykład do śnięcia ryb.

3.142.



Powstanie 3,672 kg mydła.

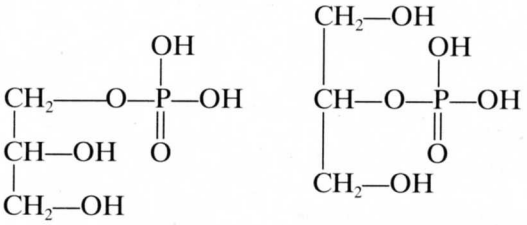
3.143.



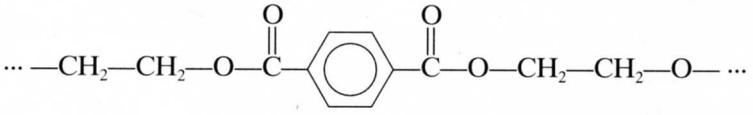
3.144. 772,2 kcal.

3.145. $CH_3—CH_2ONO + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2OH + HNO_2$

3.146.

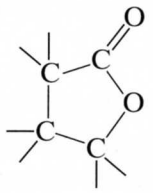


3.147.



3.148. Palmitynian heksadecylu.

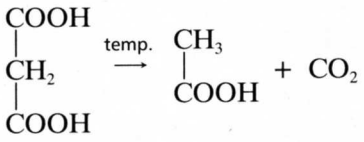
3.149.



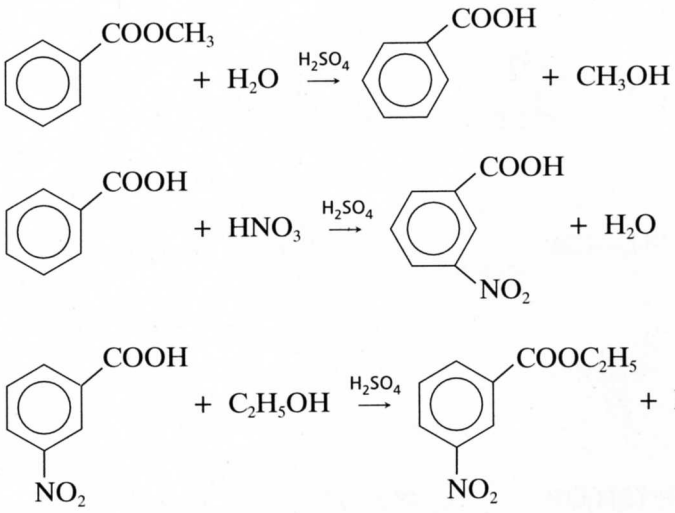
3.150.

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—OSO_2ONa$$

3.151.



3.152.



3.153. a)

$$Al_4C_3 \xrightarrow{HCl} CH_4 \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[H_2O]{KOH} CH_3OH \xrightarrow{[O]} HCOOH \xrightarrow[H_2SO_4]{CH_3OH} HCOOCH_3$$

b)

$$CaC_2 \xrightarrow{H_2O} C_2H_2 \xrightarrow[HgSO_4\ H_2SO_4]{H_2O} CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH \xrightarrow[H_2SO_4]{C_4H_9OH} CH_3COOC_4H_9$$

$$C_2H_2 \xrightarrow[\text{(niedomiar)}]{H_2} C_2H_4 \xrightarrow{HCl} C_2H_5Cl \xrightarrow{Na} C_4H_{10} \xrightarrow[\text{światło}]{Cl_2} C_4H_9Cl \xrightarrow[H_2O]{KOH} C_4H_9OH$$

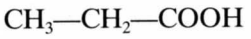
c)

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow[H_2SO_4]{H_2O} C_2H_5OH \xrightarrow[\text{temp.}]{Al_2O_3} C_2H_4$$

3.154. Większa liczba jodowa odpowiada estrowi kwasu linolowego, gdyż kwas ten ma więcej wiązań wielokrotnych.

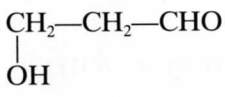
3.155.

Izomer A



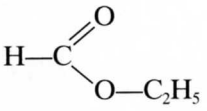
kwas propionowy

izomer B



3-hydroksypropanal

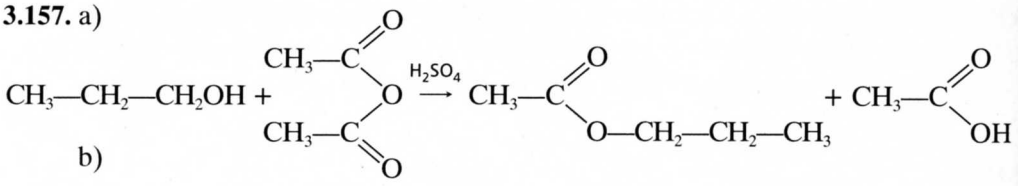
izomer C



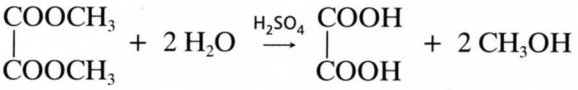
mrówczan etylu

3.156. 186,1 cm^3. W przypadku tłuszczu zawierającego tristearynian glicerolu objętość roztworu KOH powinna być mniejsza.

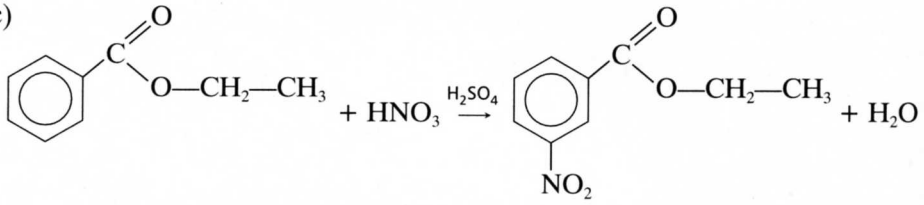
3.157. a)



b)



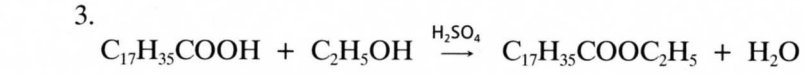
c)



3.158.

1. c. 2. b.

3.

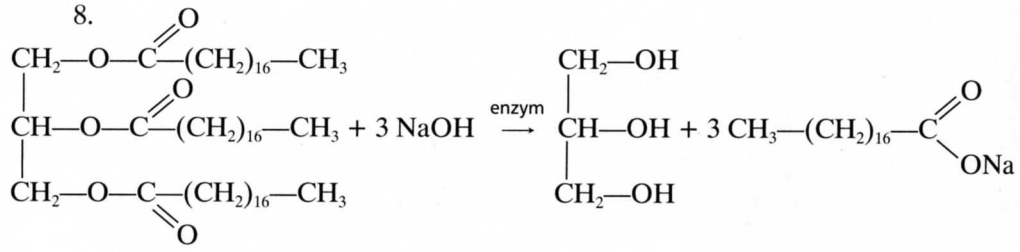


4. d.

5. a) Reakcje zobojętniania: III; b) reakcje estryfikacji: I.

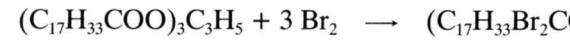
6. c. 7. d.

8.



9. d. 10. a.

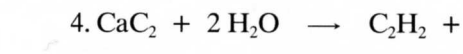
11. Odbarwienie nastąpi w probówce I, ponieważ zawiera ona tłuszcz nienasycony. Przykładowe równanie reakcji ma postać:

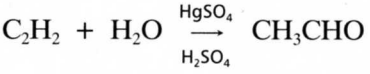


12. d. 13. c. 14. 7,344 kg.

3.159.

1. b. 2. c. 3. d.

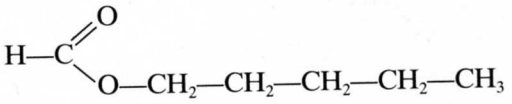
4. 

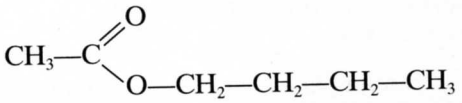


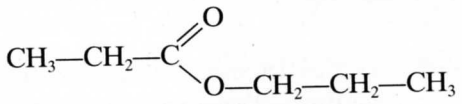
$$CH_3CHO + Ag_2O \longrightarrow CH_3COOH + 2\,Ag$$

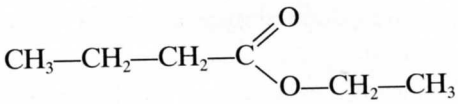
$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

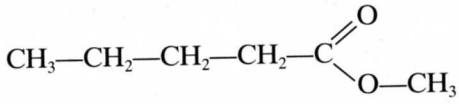
5. Wzór sumaryczny estru: $C_6H_{12}O_2$. Związek ten tworzy 20 izomerycznych estrów.


mrówczan 1-pentylu


octan 1-butylu


propionian 1-propylu

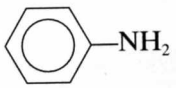

maślan etylu


pentanian metylu

6. c. 7. b. 8. d. 9. b. 10. a. 11. b.

3.160. a) Etyloamina; b) etylometyloamina; c) etylo-metylo-1-propyloamina; d) fenylo-metyloamina; e) fenyloamina (anilina); f) difenyloamina.

3.161. a) I-rzędowa; b) II-rzędowa; c) III-rzędowa; d) II-rzędowa; e) I-rzędowa; f) II-rzędowa.

3.162. a) 

b) $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

c) $CH_3-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$

d) $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

3.163. $CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$
propano-1-amina

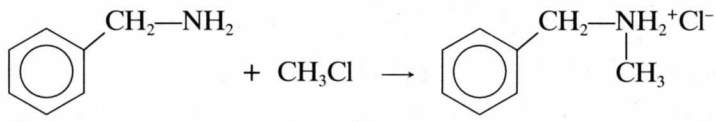
$CH_3-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_3$
propano-2-amina

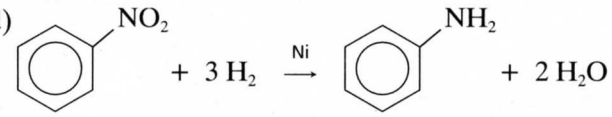
$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{N}}-CH_3$
trimetyloamina

$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{NH}}$
etylometyloamina

3.164. a) $CH_3-CH_2-Cl + NH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-NH_2 \cdot HCl$

b) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-Cl + NH_3 \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-NH_2 \cdot HCl$

c) 

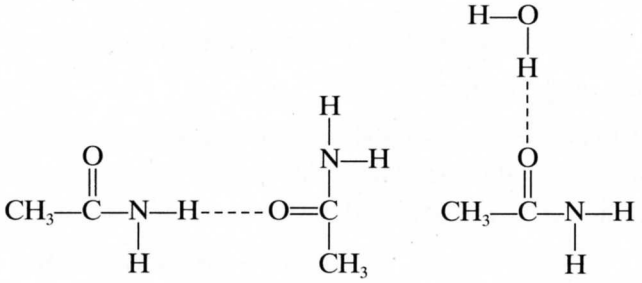
d) 

3.165. Jest to związane z łatwością wiązania jonów wodorowych z wody:
$C_2H_5NH_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_5NH_3^+ + OH^-$

3.166. Niższe aminy są gazami, wyższe – cieczami. Zmniejsza się rozpuszczalność w wodzie i alkoholach. Nabierają przenikliwego zapachu, podobnego do zapachu amoniaku i ryb.

3.167. Etanol ma na atomie tlenu 2 wolne pary elektronowe, a wiązanie tlen—wodór jest silnie spolaryzowane. Etyloamina ma dużo słabiej spolaryzowane wiązania azot—wodór i z tego powodu wytwarza dużo słabsze wiązania wodorowe, co sprawia, że jest bardziej lotna od etanolu.

3.168. Jest to spowodowane występowaniem wiązań wodorowych między cząsteczkami alkoholi i tworzeniem asocjatów, co jest przyczyną wyższych temperatur wrzenia.

3.169. 

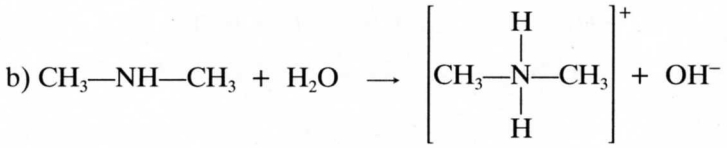
Acetamid jest mało lotny i mimo niewielkiej masy cząsteczki – jest ciałem stałym. Jest też rozpuszczalny w wodzie.

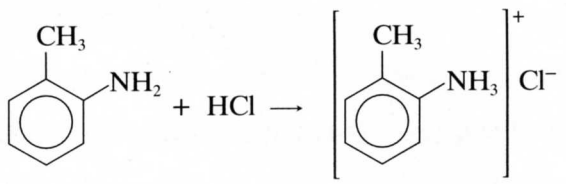
3.170. Podane związki wykazują różne właściwości kwasowo-zasadowe. Dietyloamina ma charakter zasadowy, spowoduje więc zabarwienie papierka wskaźnikowego na niebiesko. Kwas octowy zmieni zabarwienie papierka na czerwono, a alkohol nie spowoduje żadnej zmiany zabarwienia.

3.171. Trietyloamina, dimetyloamina, etyloamina, anilina.

3.172. Najbardziej kwasowy, a więc najsłabiej alkalizujący, jest kwas octowy, potem fenol, acetamid, anilina, dietyloamina.

3.173. a) $CH_3—CH_2—NH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—NH_3^+ + OH^-$

b) 

c) 

d) $CH_3—CH_2—NH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CH_3—CH_2—NH_3^+ + HSO_4^-$

3.174. a) $CaC_2 + 2\,H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

$3\,C_2H_2 \xrightarrow{\text{trimeryzacja}} C_6H_6$

$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$

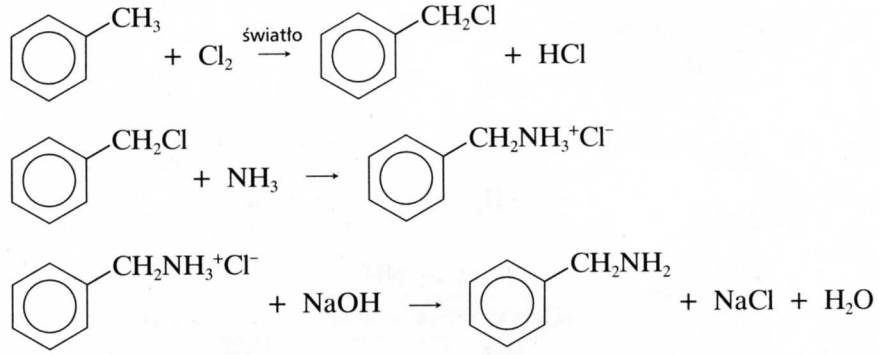
$C_6H_5NO_2 + 3\,Zn + 7\,HCl \longrightarrow C_6H_5NH_3^+Cl^- + 3\,ZnCl_2 + 2\,H_2O$

$C_6H_5NH_3^+Cl^- + NaOH \longrightarrow C_6H_5NH_2 + NaCl + H_2O$

b) $CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3—CH_2Cl$

$CH_3—CH_2Cl + NH_3 \longrightarrow [CH_3CH_2NH_3^+]Cl^-$

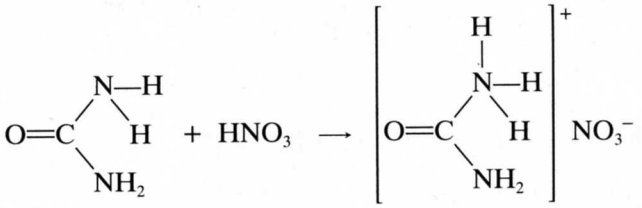
$[CH_3CH_2NH_3^+]Cl^- + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2NH_2 + NaCl + H_2O$

c) 

3.175. a) Metanoamid (równorzędne nazwy to formamid lub amid kwasu mrówkowego), I-rzędowy; b) etanoamid (równorzędne nazwy to acetamid lub amid kwasu octowego), I-rzędowy; c) benzenokarboksyamid (równorzędne nazwy to benzamid lub amid kwasu benzoesowego), I-rzędowy; d) N-etylo-N-metylopropanoamid, III-rzędowy; e) N-fenylometanoamid (N-fenyloformamid), II-rzędowy; f) N-fenylo-N-metyloetanoamid (N-fenylo-N-metyloacetamid), III-rzędowy.

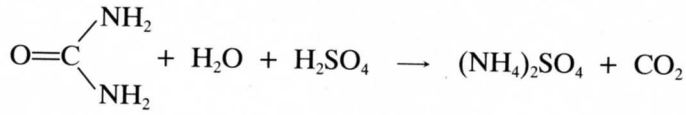
3.176. Około 373,3 m^3 CO_2 i 746,6 m^3 NH_3. Mocznik jest surowcem do produkcji leków i tworzyw sztucznych, a także do produkcji nawozów sztucznych.

3.177. $CH_3—COOC_2H_5 + NH_3 \longrightarrow CH_3—CONH_2 + C_2H_5OH$

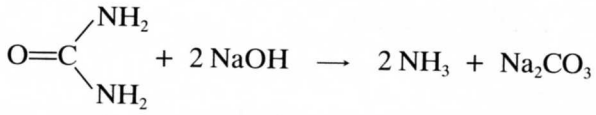
3.178. 

3.179. a) Mocznik

hydroliza kwasowa

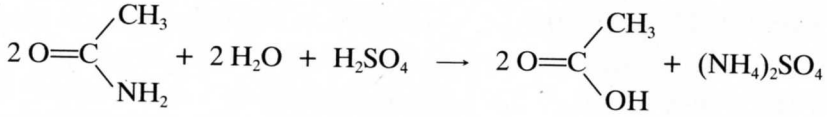


hydroliza zasadowa

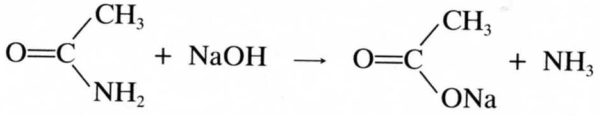


b) acetamid

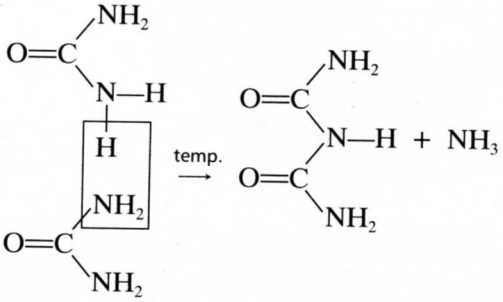
hydroliza kwasowa



hydroliza zasadowa



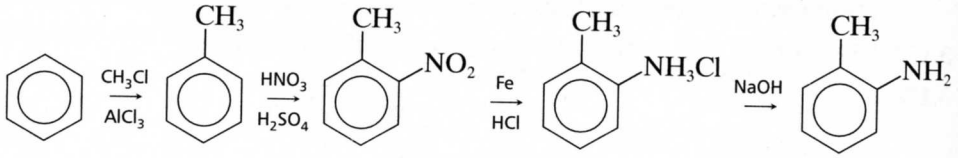
3.180.



Dodanie zawiesiny $Cu(OH)_2$ do roztworu biuretu powoduje zanik osadu wodorotlenku oraz pojawienie się różowo-fioletowego zabarwienia spowodowanego powstaniem kompleksowego jonu miedzi(II) z biuretem.

3.181. $C_4H_{11}N$; tworzy cztery I-rzędowe izomery.

3.182.



3.183.

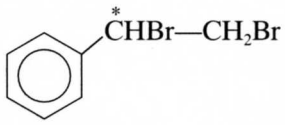
1. a. 2. c. 3. d. 4. b. 5. c. 6. a. 7. b. 8. a. 9. b. 10. d.

4. Izomeria optyczna

4.1. Asymetryczne atomy węgla występują w cząsteczkach b, c, d, h.

b) $CH_3-\overset{*}{C}H(Br)-CH_2-CH_3$

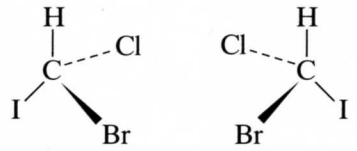
d) $CH_3-\overset{*}{C}H(OH)-CH_2-CH_2-CH_3$

c) 

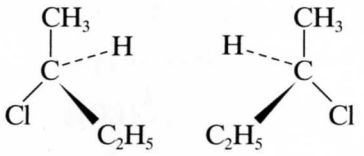
h) $Cl-\overset{*}{C}H(Br)-CH_3$

4.2. b, c, f, h, j.

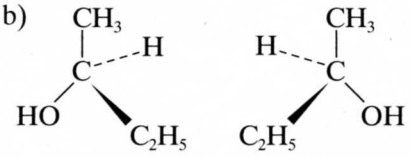
4.3. a)



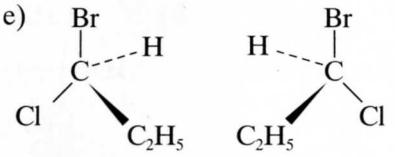
d)



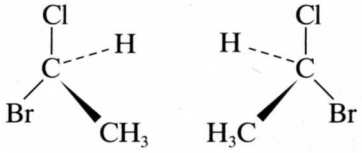
b)



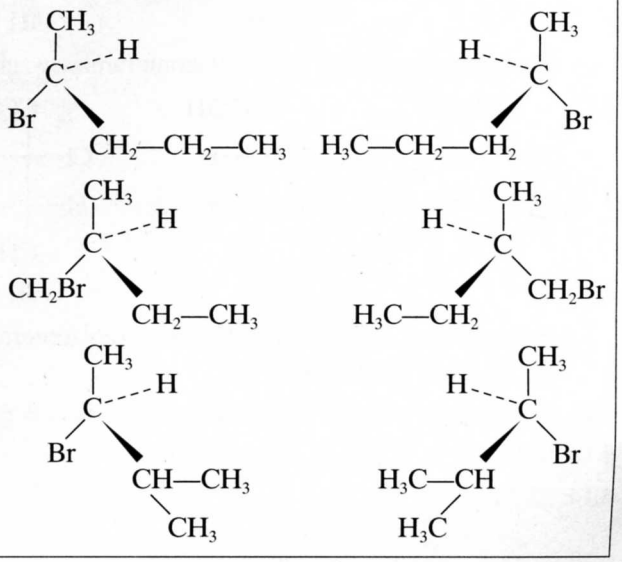
e)



c)

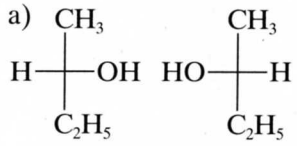


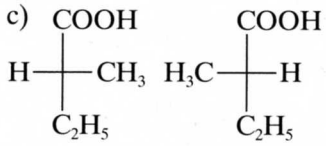
4.4. Izomery podzielono na dwie grupy:

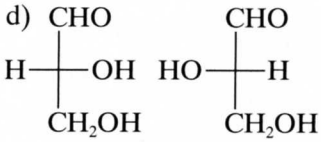
Izomery nieczynne optycznie	Izomery czynne optycznie
$CH_2Br-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH_2-CH(Br)-CH_2-CH_3$ $CH_3-C(CH_3)(Br)-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2Br$ $CH_3-CH(CH_3)-CH_2Br$	

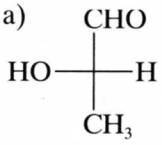
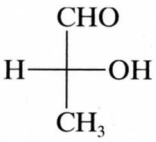
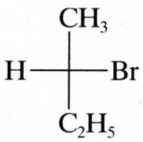
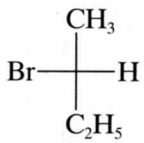
4.5. Enancjomery: a, b, c. Identyczne związki: d, e.

4.6. Chiralne są związki: a, c, d.

a) 

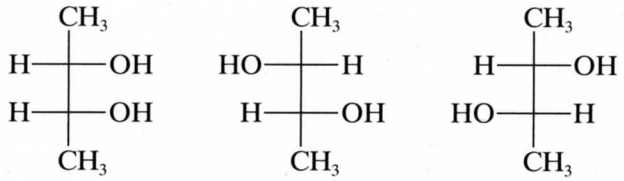
c) 

d) 

4.7. a)  b)  c)  d) 

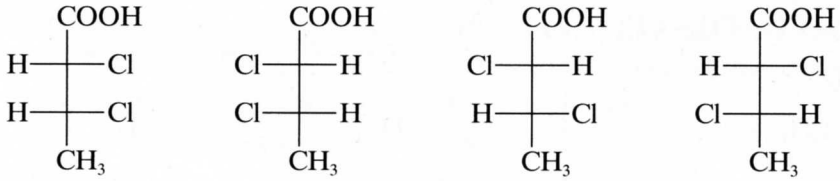
4.8. Tak, ponieważ są to stereoizomery niebędące swoimi odbiciami lustrzanymi.

4.9. a, b, d.

4.10. 

I II III

Enancjomery: II i III; diastereoizomerami są względem siebie związki I i II oraz I i III.

4.11. 

I II III IV

Enancjomery: I i II oraz III i IV; diastereoizomerami są względem siebie związki I i III, II i III, I i IV oraz II i IV.

4.12. Płaszczyznę symetrii mają cząsteczki: a, b, c, e, g, i. Chiralne są cząsteczki: d, f, h.

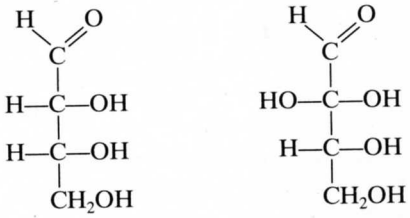
4.13. W lewo.

4.14. 22,2 g.

5. Związki wielofunkcyjne

5.1. a) I, II, IV; b) III, V, VI.

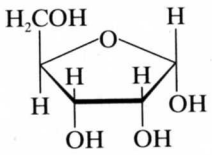
5.2.



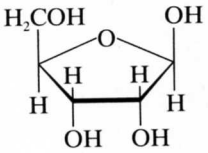
5.3. 8 stereoizomerów.

5.4.

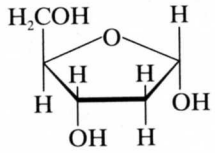
α



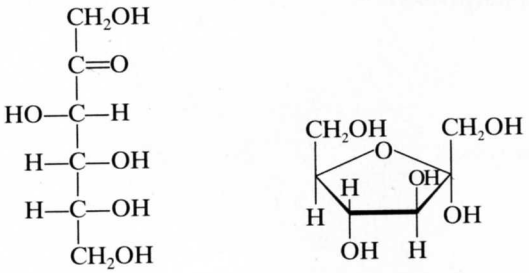
β



5.5.

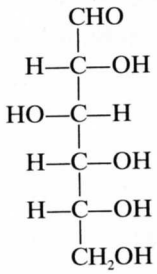


5.6.

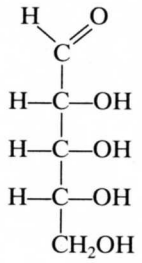


5.7. Wzór c.

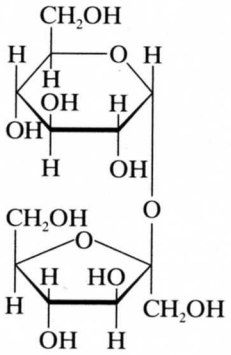
5.8. a) Cukier prosty zbudowany z 6 atomów węgla, na przykład glukoza czy fruktoza:



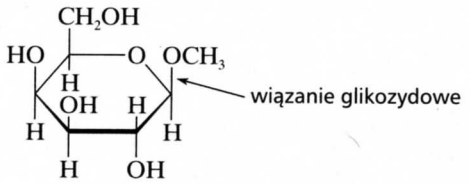
b) Cukier prosty o 5 atomach węgla w cząsteczce, mający grupę aldehydową, na przykład ryboza:



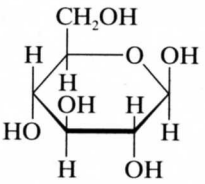
c) Inaczej dwucukier – związek zbudowany z dwóch cukrów prostych połączonych wiązaniem glikozydowym, na przykład sacharoza:



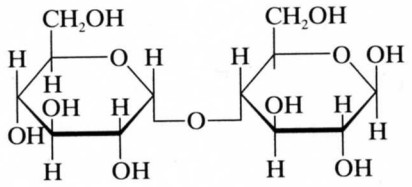
d) Wiązanie utworzone przez anomeryczną grupę —OH cukru z grupą —OH drugiej cząsteczki (może to być grupa hydroksylowa pochodząca od innego cukru lub od alkoholu):



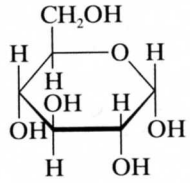
e) Cukier prosty jest cząsteczką zawierającą grupy —OH i grupę karbonylową; nie ulega hydrolizie, łatwo tworzy pierścienie hemiacetalowe, potrafi też łączyć się z cząsteczkami innych cukrów w większe zespoły nazywane zależnie od liczby połączonych cząsteczek cukru disacharydami, trisacharydami itd. – aż do polisacharydów. Najbardziej znanym cukrem prostym jest glukoza:



f) Dwucukier zbudowany z dwóch cząsteczek glukozy połączonych wiązaniem α-1,4-glikozydowym, przedstawionym jako anomer α:

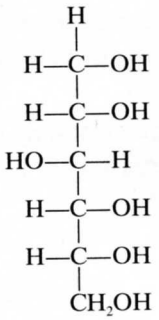


g) Glukoza zamknięta w pierścień sześcioczłonowy nazywany pierścieniem piranozowym, przedstawiona w postaci anomeru α:



5.9. Mutarotacja jest zjawiskiem charakterystycznym dla roztworu cukru redukującego. W formie krystalicznej glukoza występuje w postaci anomeru α. Zmierzenie wartości kąta skręcania światła przez cząsteczki świeżo rozpuszczonej glukozy wykaże wartość charakterystyczną dla anomeru α. W miarę przechowywania roztworu maleje liczba cząsteczek α, wzrasta natomiast liczba cząsteczek β, co oznacza, że zmienia się kąt skręcania światła spolaryzowanego. Zjawisko zmiany tego kąta, spowodowane pojawianiem się innych form cukru, nazywa się mutarotacją.

5.10.



5.11. W cząsteczce fruktozy w środowisku zasadowym następuje przegrupowanie atomów, co prowadzi do powstania aldoheksozy.

5.12. a) W wyniku ogrzewania z wodorotlenkiem miedzi(II) w probówce z roztworem glukozy pojawia się ceglasty osad, podczas gdy glicerol nie daje pozytywnych wyników w trakcie próby Trommera; b) glukoza powoduje odbarwienie wody bromowej w obecności $NaHCO_3$, czyli w roztworze bardzo słabo zasadowym. Ketozy w takim środowisku nie tworzą postaci enolowych, czyli nie przekształcają się w aldozy, nie mogą więc powodować odbarwienia wody bromowej.

5.13. $6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow{\text{chlorofil}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$

Potrzeba około 746,7 m^3 tlenku węgla(IV).

5.14. $C_5H_{10}O_5$.

5.15. Otrzymano 162 g srebra oraz kwas glukonowy.

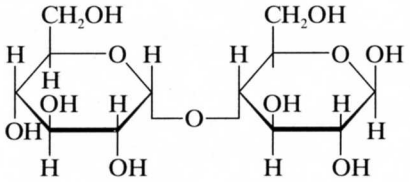
5.16. 30%.

5.17. 14,71%.

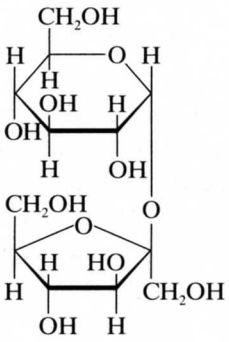
5.18. Około 149,3 dm^3 tlenku węgla(IV).

5.19. b, c, d.

5.20.



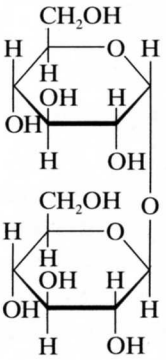
5.21.



5.22. Inwersją nazywamy zmianę kąta skręcania światła. W wyniku hydrolizy prawoskrętnej sacharozy (kąt skręcania: +66,5°) powstają prawoskrętna glukoza (kąt skręcania: +53°) i lewoskrętna fruktoza (kąt skręcania: –92°).

5.23. W sacharozie hemiacetalowe grupy hydroksylowe glukozy i fruktozy zostały wykorzystane do utworzenia wiązania glikozydowego. Natomiast w cząsteczce maltozy jedna z hemiacetalowych grup —OH pozostała niezwiązana.

5.24.



5.25. W liniowych cząsteczkach amylozy występują przede wszystkim wiązania α-1,4-glikozydowe, natomiast w rozgałęzionych cząsteczkach amylopektyny występują dodatkowo wiązania α-1,6-glikozydowe.

5.26. Cząsteczki jodu tworzą barwne połączenie z liniowymi cząsteczkami amylozy, nie są natomiast w stanie utworzyć analogicznych połączeń z rozgałęzionymi cząsteczkami amylopektyny.

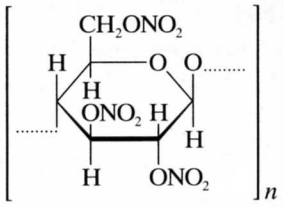
5.27. Obydwa związki w podanych warunkach ulegają hydrolizie, tworząc glukozę, która daje dodatni efekt w reakcji z odczynnikiem Fehlinga, a ujemny w reakcji z jodem.

5.28. a) D-glukoza, D-ryboza, aldehyd glicerynowy, dihydroksyaceton, fruktoza, maltoza, laktoza;
b) sacharoza, celuloza, glikogen, maltoza, laktoza, α-metyloglukopiranozyd.

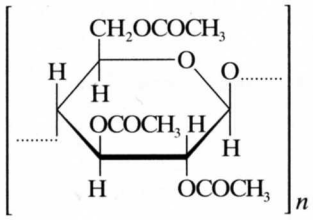
5.29. a) W próbie Tollensa lub Trommera pozytywny efekt daje jedynie glukoza;
b) w próbie Tollensa lub Trommera pozytywny efekt daje jedynie laktoza.

5.30. a) W reakcji z jodem pozytywny efekt daje jedynie skrobia;
b) w reakcji z odczynnikiem Tollensa pozytywny efekt daje jedynie glukoza;
c) w reakcji z odczynnikiem Tollensa pozytywny efekt daje jedynie celobioza.

5.31.



5.32.



Związek ten służy do otrzymywania sztucznego jedwabiu.

5.33.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{HCl} nC_6H_{12}O_6$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{drożdże}} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

$$C_2H_5OH \xrightarrow{[O]} CH_3COOH$$

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

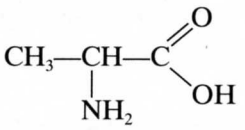
5.34. Należy wykorzystać różny przebieg reakcji spalania tych związków. Jedwab naturalny podczas spalania pęcznieje i ciemnieje oraz wydziela się zapach palonych włosów. Jedwab celulozowy pali się jasnym płomieniem, wydzielając zapach palonego papieru.

5.35. 21,6 g glukozy.

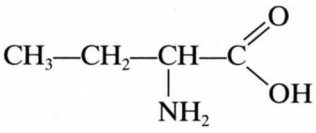
5.36. 1. d. 2. b. 3. d. 4. c. 5. a. 6. c. 7. b. 8. b. 9. c. 10. c.

5.37. 1. d. 2. d. 3. c. 4. c. 5. c. 6. b. 7. b. 8. d. 9. a. 10. b. 11. d. 12. a.

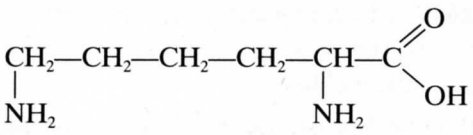
5.38. a)



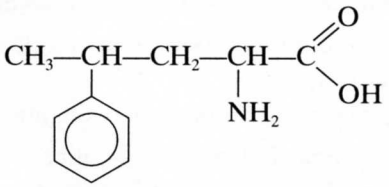
b)



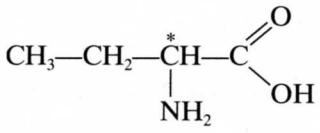
c)



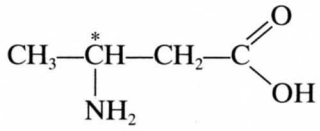
d)



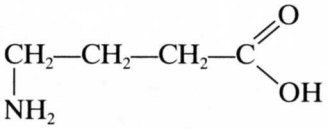
5.39.



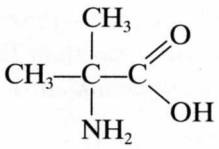
kwas 2-aminobutanowy



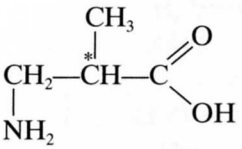
kwas 3-aminobutanowy



kwas 4-aminobutanowy



kwas 2-amino-2-metylopropanowy



kwas 3-amino-2-metylopropanowy

5.40. a, c, d.

5.41. a) $CH_2(NH_2)—COOH + HCl \longrightarrow CH_2(NH_3Cl)—COOH$

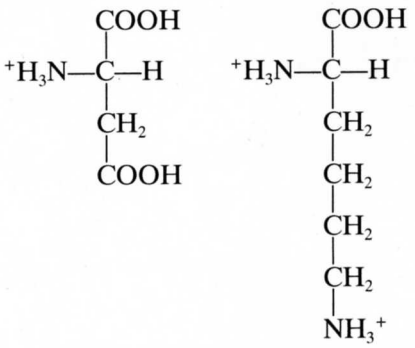
b) $CH_2(NH_2)—COOH + KOH \longrightarrow CH_2(NH_2)—COOK + H_2O$

c) $CH_2(NH_2)—COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{HCl} CH_2(NH_2)—COOC_2H_5 + H_2O$

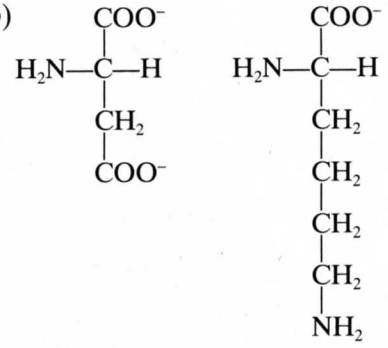
Podany w równaniu produkt w rzeczywistości powstaje dopiero po alkalizacji mieszaniny reakcyjnej.

5.42. a) $CH_3—CH(NH_3^+)—COO^-$ b) $CH_3—CH(NH_2)—COO^-$ c) $CH_3—CH(NH_3^+)—COOH$

5.43. a)



b)



5.44. a) A: $CH_2Cl—COOH$
B: $NH_2—CH_2—COONH_4$

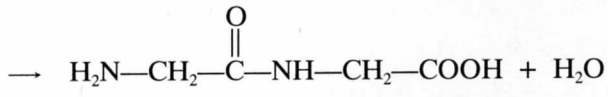
b) A: $CH_2NH_2—COOH$

c) A: $CH_3—CHCl—COOH$
B: $CH_3—CHNH_2—COONH_4$
C: $CH_3—CHNH_2—COONa$

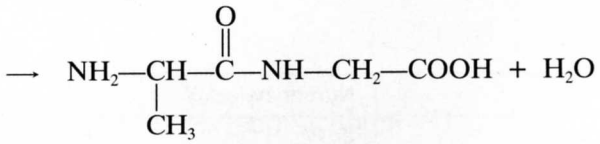
5.45. Węgiel 40,82%, tlen 43,54%, wodór 6,12%, azot 9,52%.

5.46. $C_3H_7O_3N$ – seryna.

5.47. a) $H_2N—CH_2—COOH + H_2N—CH_2—COOH \longrightarrow$



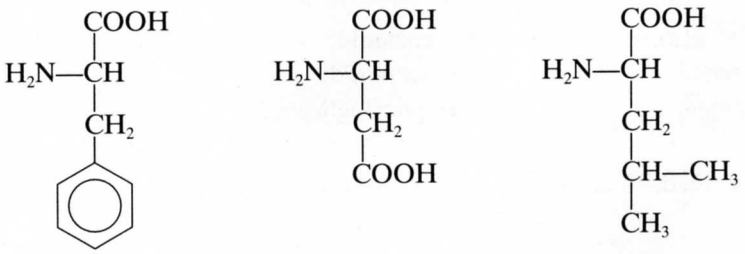
b) $NH_2—CH(CH_3)—COOH + NH_2—CH_2—COOH \longrightarrow$



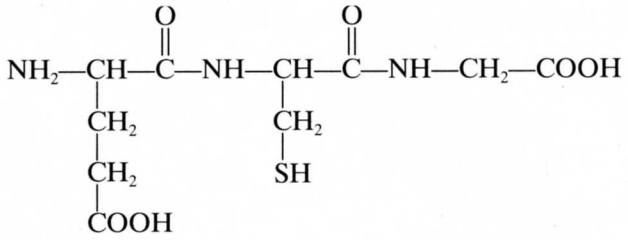
5.48. a) 4 różne dipeptydy: Gly—Gly, Ala—Ala, Gly—Ala, Ala—Gly;
b) 8 różnych dipeptydów: Gly—Gly—Gly, Gly—Gly—Ala, Gly—Ala—Gly, Ala—Gly—Gly; Gly—Ala—Ala, Ala—Gly—Ala, Ala—Ala—Gly, Ala—Ala—Ala.

5.49. Polikondensacji poddano cysteinę.

5.50.



5.51.



Zawartość azotu wynosi 13,68%.

5.52. 2 cząsteczki lizyny.

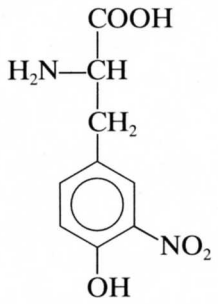
5.53. Ponieważ są substancjami wielkocząsteczkowymi, które rozpuszczając się w wodzie, ulegają otoczeniu cząsteczkami wody.

5.54. W obu przypadkach nastąpi wytrącenie się białka. Proces ten można cofnąć jedynie w przypadku a).

5.55. b, e, f.

5.56. Białko barwi się na żółto, co świadczy o występowaniu w albuminie aminokwasów o aromatycznym łańcuchu bocznym.

5.57.



5.58.

1.

Nazwa grupy	Numer związku
aminy	III, IV
estry	I
nitrozwiązki	II
amidy	V, VI
peptydy	VII

2. I. triazotan(V) glicerolu;
II. nitrobenzen;
III. metyloamina;
IV. anilina;
V. benzamid;
VI. acetamid;
VII. glicyloglicyna.

3. c. 4. b. 5. c. 6. d. 7. a. 8. d.

9. a) $CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{NH_3Cl}{|}}{CH}-COOH$

b) $NH_2-CH_2-COOH + NH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH \longrightarrow NH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\underset{\underset{H}{|}}{N}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH + H_2O$

c) $CH_3-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-COOH + 3\,NH_3 \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COONH_4 + NH_4Cl$

d) $CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + KOH \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOK + H_2O$

10. b. 11. d. 12. Proces przejścia zolu w żel nazywamy koagulacją. 13. a.

14. $NH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH$

15. $CH_3COOH + Cl_2 \xrightarrow{temp.} CH_2Cl-COOH + HCl$

$CH_2Cl-COOH + 3\,NH_3 \longrightarrow H_2N-CH_2-COONH_4 + NH_4Cl$

$H_2N-CH_2-COONH_4 + NaOH \longrightarrow H_2N-CH_2-COONa + NH_3 \bullet H_2O$

16. $NH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH$

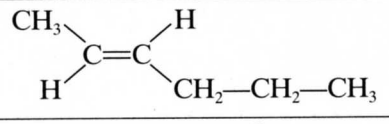
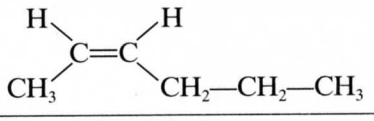
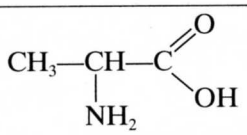
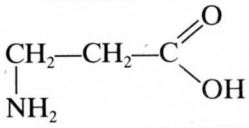
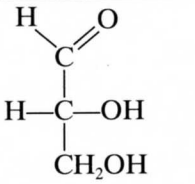
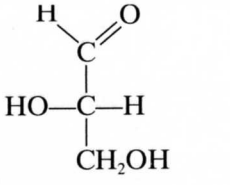
17. c.

6. Zadania testowe podsumowujące

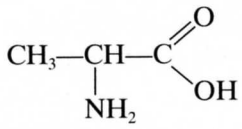
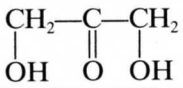
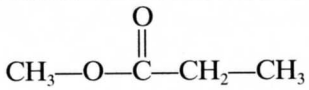
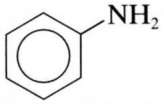
6.1.

1.

Związek	Izomer
$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{CH_2}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}}-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_2-CH_3$

2.

Związek	Nazwa
	alanina
	1,3-dihydroksyaceton
	propionian metylu
	anilina
$CH_3—CH_2—CH_2—CHO$	butanal

3.

Związek	Odczyn roztworu
fenol	kwasowy
etyloamina	zasadowy
metanol	obojętny
metanal	obojętny
propanolan sodu	zasadowy
stearynian sodu	zasadowy

4. a) Substytucja; b) eliminacja; c) addycja; d) substytucja.

5.

Związki	Metoda rozróżnienia
etan i acetylen	odbarwianie wody bromowej
etanol i etano-1,2-diol	tworzenie barwnego połączenia z $Cu(OH)_2$
propanal i propanon	próba Tollensa
heksan i benzen	nitrowanie
glicyna i etyloamina	badanie odczynu roztworu wodnego

6. d. 7. b. 8. c. 9. c. 10. a. 11 c.

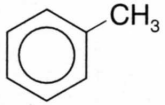
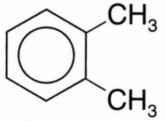
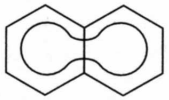
6.2.

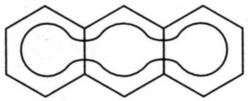
1.

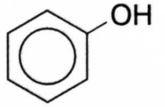
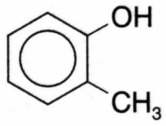
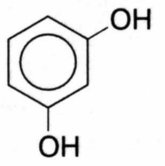
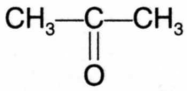
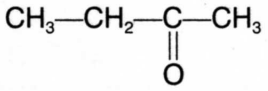
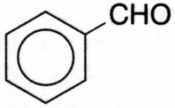
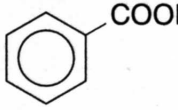
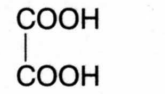
Związek	Klasa związków organicznych	Nazwa
II	węglowodory alifatyczne	2-metylobutan
IV	węglowodory aromatyczne	*m*-dimetylobenzen
I	alkohole	2-fenyloetanol
V	fenole	2-naftol
III	amidy	benzamid
VI	aminy	N-metylobutano-2-amina
VII	estry	azotan(V) metylu

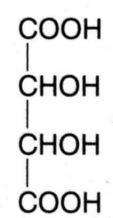
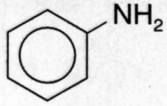
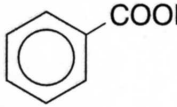
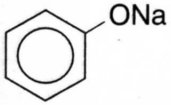
2. b. 3. a. 4. d. 5. b. 6. c. 7. c. 8. a. 9. d. 10. b. 11. c. 12. d.

Właściwości związków organicznych

Grupa związków	Wzór związku	Nazwa związku	Temperatura topnienia w °C	Temperatura wrzenia w °C	Rozpuszczalność w g/100 g H_2O	Uwagi
ALKANY	CH_4	metan	–182,43	–161,48	słaba	gazy, ciecze, ciała stałe substancje bezbarwne lub białe, bezwonne lub o zapachu benzyny, bardzo słabo rozpuszczalne w wodzie, dobrze rozpuszczalne w rozpuszczalnikach niepolarnych (np. w ciekłych węglowodorach); palne, ale mało reaktywne chemicznie
	$CH_3—CH_3$	etan	–183,20	–88,60	słaba	
	$CH_3—CH_2—CH_3$	propan	–187,60	–42,20	słaba	
	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$	butan	–138,30	–0,55	słaba	
	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$	pentan	–129,70	36,10	słaba	
	$CH_3—CH(CH_3)—CH_2—CH_3$	2-metylobutan	–159,90	27,80	słaba	
	$CH_3—C(CH_3)_2—CH_3$	2,2-dimetylopropan	–16,60	9,40	słaba	
	C_7H_{16}	*n*-heptan	–90,6	98,40	słaba	
	$C_{17}H_{36}$	*n*-heptadekan	22,00	302,60	nierozpuszczalny	
ALKENY I ALKINY	$CH_2=CH_2$	eten	–169,10	–103,70	słaba	odbarwiają wodę bromową i wodny roztwór $KMnO_4$; właściwości fizyczne podobne do właściwości alkanów
	$CH_3—CH=CH_2$	propen	–185,20	–47,70	słaba	
	$CH_3—CH_2—CH=CH_2$	but-1-en	–185,30	–6,30	słaba	
	$CH_3—CH=CH—CH_3$	*cis*-but-2-en	–139,10	3,73	słaba	
	$H—C\equiv C—H$	etyn	–81,80	–83,8	0,12	
ARENY		benzen	5,53	80,10	0,08	wonne ciecze lub ciała stałe, w większości bezbarwne lub białe, rozpuszczalne w benzenie, nierozpuszczalne w wodzie, często rakotwórcze
		toluen	–95,00	110,62	0,05	
		*o*-ksylen	–25,20	144,30	nierozpuszczalny	
		naftalen	80,30	218,00	nierozpuszczalny	

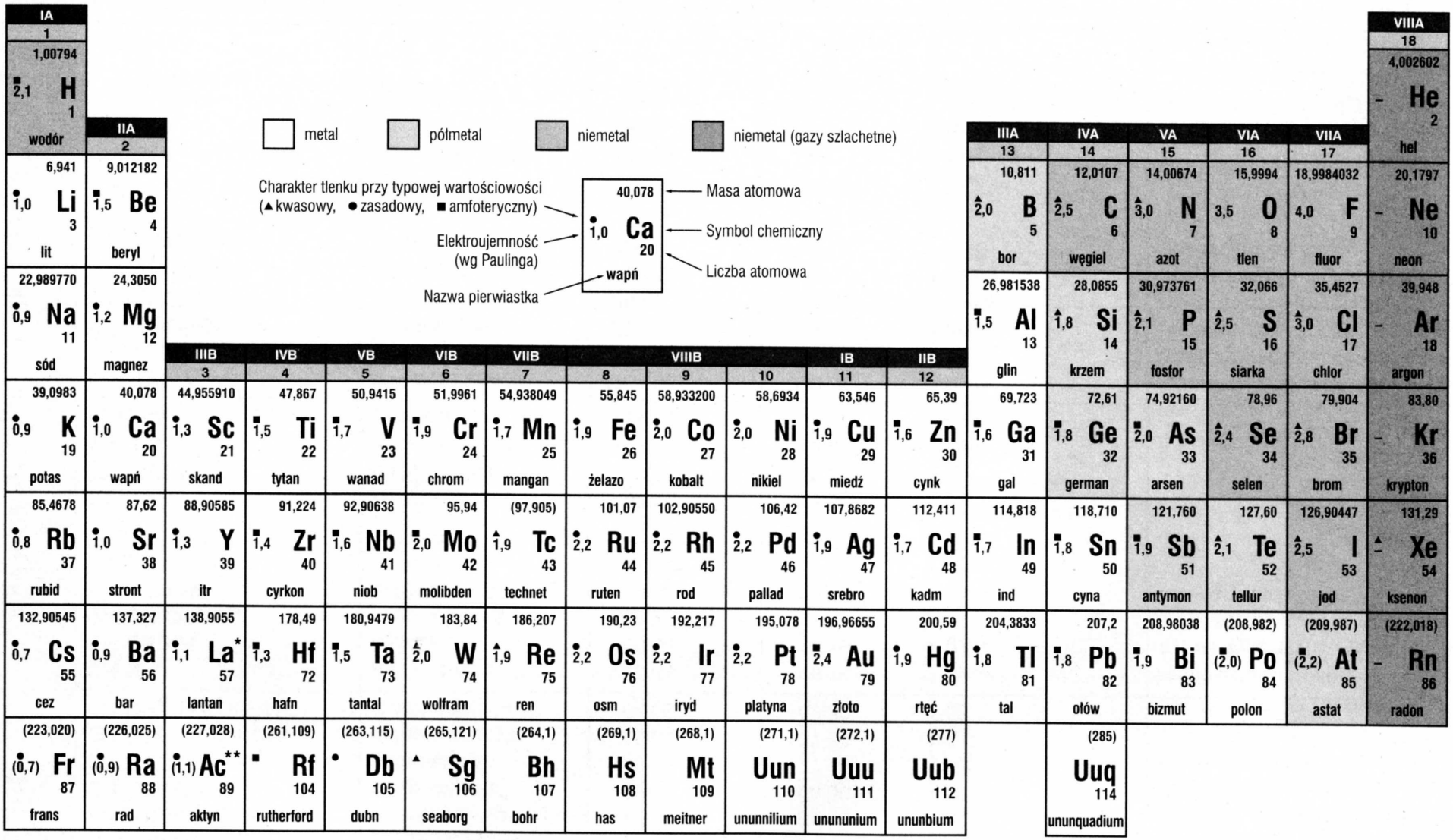
		antracen	216,30	340,00	nierozpuszczalny	
CHLOROWCOPOCHODNE	CF_4	tetrafluorometan	–183,70	–128,00	słaba	zazwyczaj bezbarwne ciecze (tylko najlżejsze z nich są gazami, a najcięższe ciałami stałymi); słabo rozpuszczalne w wodzie, lepiej w rozpuszczalnikach niepolarnych, takich jak np. benzen; monochlorowcopochodne dość reaktywne
	CCl_4	tetrachlorometan	–23,00	76,54	0,08	
	CBr_4	tetrabromometan	94,00	189,90	0,02	
	CI_4	tetrajodometan	(140,00)	(369,00)	nierozpuszczalny	
	CHF_3	trifluorometan	–163,00	–83,50	słaba	
	$CHCl_3$	trichlorometan	–63,49	61,73	0,8	
	$CHBr_3$	tribromometan	8,05	149,60	0,31	
	CHI_3	trijodometan	119,00 (p)	219,00 (r)	0,01	
	CH_2F_2	difluorometan	–136,00	–51,70	słaba	
	CH_2Cl_2	dichlorometan	–95,10	39,80	1,96	
	CH_2Br_2	dibromometan	–52,60	96,90	1,14	
	CH_3Cl	chlorometan	–97,70	–24,20	0,92	
	CH_3Br	bromometan	–93,70	3,56	1,6	
	$CH_3—CH_2Cl$	chloroetan	–136,40	12,20	0,57	
	$CH_3—CHCl_2$	1,1-dichloroetan	–96,80	57,30	0,55	
	$CH_2Cl—CH_2Cl$	1,2-dichloroetan	–35,70	83,50	0,87	
ALKOHOLE	CH_3OH	metanol	–97,70	64,65	∞	bezbarwne ciecze o charakterystycznym zapachu, zazwyczaj dobrze rozpuszczalne w wodzie; reaktywne chemicznie
	CH_3CH_2OH	etanol	–114,10	78,30	∞	
	$CH_3CH_2CH_2OH$	propan-1-ol	–126,20	97,50	∞	
	$CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}—CH_3$	propan-2-ol	–88,00	82,30	∞	
	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	butan-1-ol	–88,6	117,70	7,9	
	$CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}—CH_3$	butan-2-ol	–95,80	99,50	12,5	
	$C_{17}H_{35}CH_2OH$	oktadekan-1-ol	58,00	214,00	słabo	
	$HOCH_2—CH_2OH$	etano-1,2-diol	–12,3	197,3	∞	
	$\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}—\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}—\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}$	glicerol	18,2	290 (r)	∞	

FENOLE		fenol	40,91	181,82	8,6	łatwo topliwe bezbarwne ciała stałe, na ogół o ostrym zapachu; wodne roztwory mają odczyn kwaśny; na powietrzu łatwo się utleniają
		*o*-krezol	30,3	191,00	2,5	
		rezorcyna	111,00	276,00	133,00	
ALDEHYDY I KETONY		propanon	−94,70	56,20	∞	poza metanalem bezbarwne ciecze, rozpuszczalne w wodzie, dość reaktywne chemicznie, szczególnie aldehydy
		butanon	−86,70	79,60	26,0	
	$HCHO$	metanal	−92,00	−20,00	bardzo dobra	
	CH_3CHO	etanal	−123,00	20,70	bardzo dobra	
	CH_3CH_2CHO	propanal	−80,00	47,90	20,0	
	$CH_3CH_2CH_2CHO$	butanal	−96,40	74,80	3,7	
		benzaldehyd	57,10	178,9	0,3	
KWASY KARBOKSYLOWE	$HCOOH$	mrówkowy	8,30	100,70	∞	ciecze lub ciała stałe, bezbarwne, reagujące z NaOH; mniejsze dobrze rozpuszczalne w wodzie, większe – słabo lub wcale; kwasy z wieloma grupami karboksylowymi są nietrwałe, ogrzewane często się rozkładają
	CH_3COOH	octowy	16,63	117,90	∞	
	CH_3CH_2COOH	propionowy	−20,70	141,00	∞	
	$CH_3CH_2CH_2COOH$	masłowy	−4,30	163,30	∞	
	$C_{17}H_{35}COOH$	stearynowy	69,30	360 (r)	nierozpuszczalny	
	$C_{17}H_{33}COOH$	oleinowy (*cis*)	16,20	360,00	nierozpuszczalny	
		benzenokarboksylowy	122,40	249,00	0,29	
		szczawiowy	189,50	(s)	9,52	

		(+) winowy	170,00	(r)	139,0	
ESTRY	$HCOOCH_3$	mrówczan metylu	–99,00	31,5	30,0	bezbarwne, dość lotne ciecze, często o przyjemnych owocowych zapachach, na ogół słabo rozpuszczalne w wodzie
	$HCOOC_2H_5$	mrówczan etylu	–79,40	54,10	11,0	
	$HCOOCH_2CH_2CH_3$	mrówczan 1-propylu	–93,00	81,00	2,2	
	CH_3COOCH_3	octan metylu	–98,10	56,30	32	
	$CH_3COOCH_2CH_3$	octan etylu	–83,80	77,10	8,5	
	$CH_3COOCH_2CH_2CH_3$	octan 1-propylu	–95,00	101,50	1,5	
	$CH_3CH_2CH_2COOCH_3$	maślan metylu	–84,80	102,30	58	
AMINY	CH_3NH_2	metyloamina	–95,44	–6,35	(p)∞	w większości bezbarwne ciecze o nieprzyjemnym „rybim" zapachu, rozpuszczając się w wodzie, tworzą roztwory zasadowe
	$CH_3CH_2NH_2$	etyloamina	–80,53	16,59	(p)∞	
	$CH_3CH_2CH_2NH_2$	propyloamina	–84,76	47,22	∞	
		anilina	–5,98	184,17	4,0	
	$(CH_3)_2NH$	dimetyloamina	–92,20	6,90	∞	
	$(C_2H_5)_2NH$	dietyloamina	–49,80	56,30	∞	
	$(CH_3)_3N$	trimetyloamina	–117,3	2,90	90,0	
	$(C_2H_5)_3N$	trietyloamina	–114,70	89,50	14,0	
SOLE ORGANICZNE	$HCOONa$	mrówczan sodu	254,00	300 (r)	90,0	bezbarwny higroskopijny kryształ
	CH_3COONa	octan sodu	324,00	480 (r)	46,5	bezbarwny higroskopijny kryształ
	$(CH_3COO)_2Ca$	octan wapnia	300 (r)	—	34,8	bezbarwny higroskopijny kryształ
	$C_{17}H_{35}COONa$	stearynian sodu	265,0	300 (r)	słaba	biały proszek (mydło)
	$(C_{17}H_{35}COO)_2Mg$	stearynian magnezu	88,50	—	słaba	biały proszek
		benzoesan sodu	400 (r)	—	66,0	bezbarwny kryształ
	CH_3ONa	metanolan sodu	400 (r)	—	reaguje	bezbarwny kryształ, reaguje z wodą
	C_2H_5ONa	etanolan sodu	320,0	—	reaguje	bezbarwny kryształ, reaguje z wodą
		fenolan sodu	62,0	—	reaguje	bezbarwny kryształ, reaguje z wodą

oznaczenia: (p) ∞ – rozpuszcza się pod zwiększonym ciśnieniem, (p) – pomiar wykonywany pod zwiększonym ciśnieniem, (r) – rozkłada się, ∞ – miesza się z wodą w każdym stosunku, (s) – sublimuje; rozpuszczalność mierzono w 20°C

Układ okresowy pierwiastków



	IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	1,00794 2,1 H 1 wodór																	4,002602 – He 2 hel
2	6,941 1,0 Li 3 lit	9,012182 1,5 Be 4 beryl											10,811 2,0 B 5 bor	12,0107 2,5 C 6 węgiel	14,00674 3,0 N 7 azot	15,9994 3,5 O 8 tlen	18,9984032 4,0 F 9 fluor	20,1797 – Ne 10 neon
3	22,989770 0,9 Na 11 sód	24,3050 1,2 Mg 12 magnez											26,981538 1,5 Al 13 glin	28,0855 1,8 Si 14 krzem	30,973761 2,1 P 15 fosfor	32,066 2,5 S 16 siarka	35,4527 3,0 Cl 17 chlor	39,948 – Ar 18 argon
4	39,0983 0,9 K 19 potas	40,078 1,0 Ca 20 wapń	44,955910 1,3 Sc 21 skand	47,867 1,5 Ti 22 tytan	50,9415 1,7 V 23 wanad	51,9961 1,9 Cr 24 chrom	54,938049 1,7 Mn 25 mangan	55,845 1,9 Fe 26 żelazo	58,933200 2,0 Co 27 kobalt	58,6934 2,0 Ni 28 nikiel	63,546 1,9 Cu 29 miedź	65,39 1,6 Zn 30 cynk	69,723 1,6 Ga 31 gal	72,61 1,8 Ge 32 german	74,92160 2,0 As 33 arsen	78,96 2,4 Se 34 selen	79,904 2,8 Br 35 brom	83,80 – Kr 36 krypton
5	85,4678 0,8 Rb 37 rubid	87,62 1,0 Sr 38 stront	88,90585 1,3 Y 39 itr	91,224 1,4 Zr 40 cyrkon	92,90638 1,6 Nb 41 niob	95,94 2,0 Mo 42 molibden	(97,905) 1,9 Tc 43 technet	101,07 2,2 Ru 44 ruten	102,90550 2,2 Rh 45 rod	106,42 2,2 Pd 46 pallad	107,8682 1,9 Ag 47 srebro	112,411 1,7 Cd 48 kadm	114,818 1,7 In 49 ind	118,710 1,8 Sn 50 cyna	121,760 1,9 Sb 51 antymon	127,60 2,1 Te 52 tellur	126,90447 2,5 I 53 jod	131,29 – Xe 54 ksenon
6	132,90545 0,7 Cs 55 cez	137,327 0,9 Ba 56 bar	138,9055 1,1 La* 57 lantan	178,49 1,3 Hf 72 hafn	180,9479 1,5 Ta 73 tantal	183,84 2,0 W 74 wolfram	186,207 1,9 Re 75 ren	190,23 2,2 Os 76 osm	192,217 2,2 Ir 77 iryd	195,078 2,2 Pt 78 platyna	196,96655 2,4 Au 79 złoto	200,59 1,9 Hg 80 rtęć	204,3833 1,8 Tl 81 tal	207,2 1,8 Pb 82 ołów	208,98038 1,9 Bi 83 bizmut	(208,982) (2,0) Po 84 polon	(209,987) (2,2) At 85 astat	(222,018) – Rn 86 radon
7	(223,020) (0,7) Fr 87 frans	(226,025) (0,9) Ra 88 rad	(227,028) (1,1) Ac** 89 aktyn	(261,109) Rf 104 rutherford	(263,115) Db 105 dubn	(265,121) Sg 106 seaborg	(264,1) Bh 107 bohr	(269,1) Hs 108 has	(268,1) Mt 109 meitner	(271,1) Uun 110 ununnilium	(272,1) Uuu 111 unununium	(277) Uub 112 ununbium		(285) Uuq 114 ununquadium				

*	140,116 1,1 Ce 58 cer	140,90765 1,1 Pr 59 prazeodym	144,24 1,2 Nd 60 neodym	(144,913) 1,2 Pm 61 promet	150,36 1,2 Sm 62 samar	151,964 1,0 Eu 63 europ	157,25 1,1 Gd 64 gadolin	158,92534 1,2 Tb 65 terb	162,50 1,2 Dy 66 dysproz	164,93032 1,2 Ho 67 holm	167,26 1,2 Er 68 erb	168,93421 1,2 Tm 69 tul	173,04 1,1 Yb 70 iterb	174,967 1,2 Lu 71 lutet
**	232,0381 1,3 Th 90 tor	231,03588 1,5 Pa 91 protaktyn	238,0289 1,7 U 92 uran	(237,048) Np 93 neptun	(244,064) Pu 94 pluton	(243,061) Am 95 ameryk	(247,070) Cm 96 kiur	(247,070) Bk 97 berkel	(251,080) Cf 98 kaliforn	(252,088) Es 99 einstein	(257,095) Fm 100 ferm	(258,098) Md 101 mendelew	(259,101) No 102 nobel	(262,110) Lr 103 lorens